

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«КИЄВО-МОГИЛЯНСЬКА АКАДЕМІЯ»

ЛУК'ЯНЕНКО Ірина Григорівна
СЕМКО Роман Богданович

**ДИНАМІЧНІ СТОХАСТИЧНІ МОДЕЛІ
ЗАГАЛЬНОЇ РІВНОВАГИ: ТЕОРІЯ ПОБУДОВИ
ТА ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ
У ФІНАНСОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ**

Монографія



Київ 2015

Монографію присвячено дослідженню теоретико-методологічних аспектів побудови динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для України та її використанню у фінансових дослідженнях. На відміну від існуючих, запропонована макромодель враховує особливості української економіки і включає додаткові механізми фінансового акселератора та розвитку фондової бульбашки. Це дозволяє комплексно дослідити реакцію економічної системи на дію зовнішніх та внутрішніх дестабілізуючих факторів, визначити оптимальні монетарні правила та своєчасно скоригувати заходи монетарної політики держави для досягнення фінансової і макроекономічної стабільності, а також визначити стратегічні напрями економічної політики держави в умовах фінансової нестабільності.

Детально описано інструментарій оцінювання та калібрування параметрів розробленої динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги, що ґрунтується на методах байєсівської економетрики та дозволяє враховувати додаткову інформацію, яка характеризує економічну систему; наведено програмні коди реалізації окремих модулів моделі.

Монографію розраховано на студентів економічних спеціальностей, аспірантів, викладачів, державних службовців, фахівців та всіх, хто прагне оволодіти теорією побудови динамічних стохастичних моделей загальної рівноваги й ознайомитися з можливостями їх практичного застосування у фінансово-економічних дослідженнях.

Рецензенти:

Черняк О. І., д-р екон. наук, професор, завідувач кафедри економічної кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Скрипниченко М. І., д-р екон. наук, професор, керівник відділу моделювання та прогнозування ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України»

**Ухвалено до друку Вченою радою НаУКМА
(протокол № 19 від 27 листопада 2014 року)**

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ АНАЛІЗУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ МОНЕТАРНИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ ВИСОКОЇ ВОЛАТИЛЬНОСТІ НА ФОНДОВОМУ РИНКУ	10
1.1. Теоретичні аспекти взаємозв'язку стану фондового ринку, монетарної політики та стабільного розвитку економіки	10
1.2. Концептуальні положення формування оптимальної монетарної політики при виникненні збурень на фондовому ринку	36
1.3. Аналіз існуючого економіко-математичного інструментарію моделювання монетарних процесів в умовах фінансової нестабільності.....	43
Висновки до розділу 1	62
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ МОНЕТАРНИХ ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ ДИНАМІЧНОЇ СТОХАСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЗАГАЛЬНОЇ РІВНОВАГИ ІЗ ВРАХУВАННЯМ ЗБУРЕНЬ НА ФОНДОВОМУ РИНКУ	67
2.1. Побудова динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги із врахуванням механізму можливого відтворення фінансових криз.....	67
2.2. Модель циклічного розвитку фондової бульбашки як основного дестабілізатора фондового ринку	103
2.3. Особливості методів оцінювання розробленої динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги на основі байєсівської економетрики.....	116
Висновки до розділу 2	131

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ МОНЕТАРНОЇ ПОЛІТИКИ В УМОВАХ ЗБУРЕНЬ НА ФОНДОВОМУ РИНКУ	133
3.1. Особливості інформаційного забезпечення та калібрації невідомих параметрів для реалізації динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для економіки України.....	133
3.2. Формування монетарних правил при значних збуреннях на фондовому ринку на основі сценарної реалізації розробленої динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для економіки України.....	144
3.3. Монетарна політика в умовах збурень на фондовому ринку для підтримки економічної стабільності української економіки	153
Висновки до розділу 3	159
ВИСНОВКИ	161
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	164
ДОДАТКИ	179
Додаток А. Детальне виведення кривої Філіпса	179
Додаток Б. Апріорні розподіли параметрів динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для економіки України	182
Додаток В. Постеріорні розподіли параметрів динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для економіки України	184
Додаток Д. Функції відгуку макроекономічних змінних на різні типи шоків.....	186
Додаток Е. Програмний код у пакеті Dynare/Matlab/ GAUSS для оцінки моделі ДСЗР та визначення оптимального монетарного правила.....	198
Додаток Ж. Корисні посилання	246

ВСТУП

Світова фінансова криза 2007–2009 років підтвердила значимість впливу фінансової системи на реальні процеси в економіці як окремих країн, так і всього світу. Саме в банківській та фінансовій сферах виникли ті негативні процеси, які з часом перекинулись на виробництво та споживання товарів і послуг через погіршення умов кредитування та подорожчання і нестачу грошових ресурсів, необхідних для реалізації інвестиційних проєктів. Відповідно, все більшої важливості набувають проблеми прогнозування флуктуацій на фондовому ринку, аналізу виникнення та росту фондових бульбашок, оцінювання їхнього впливу на реальний сектор економіки, а також виявлення з допомогою сучасного математичного інструментарію ефективних інструментів монетарної політики для досягнення фінансової стабільності в державі. Слід зазначити, що, незважаючи на значний розвиток макроекономічного моделювання, більшість класичних моделей характеризуються недостатнім рівнем врахування потенційного впливу фінансового сектору на реальну економіку, зокрема, це стосується і динамічних стохастичних моделей загальної рівноваги (ДСЗР), які є одними з перспективних інструментів, що застосовуються для аналізу макроекономічної, фінансової та монетарної систем.

Вагомий внесок у дослідження теоретичних основ монетарної політики держави, аналіз впливу її інструментів на фондовий ринок та побудову макроеконометричних моделей для опису складних фінансово-економічних систем зробили такі вітчизняні вчені, як: В. Вітлінський, А. Гальчинський, В. Геєць, Ю. Городніченко, А. Гриценко, В. Єлейко, Т. Клебанова, Ю. Лисенко, І. Лук'яненко, В. Міщенко, С. Ніколайчук, О. Петрик, М. Скрипниченко, О. Черняк, С. Шумська та ін., а також закордонні: М. Айхенбаум, Б. Бернанке, Р. Воутерс, М. Вудфорд, Дж. Галі, М. Гертлер, С. Гілхріст, Ч. Еванс, Ф. Кідленд, Л. Крістіано, Р. Лукас, Е. Прескотт, Дж. Ротемберг, С. Чекетті, Ф. Сметс та ін.

Аналіз результатів теоретичних та емпіричних робіт показує, що у світовій та вітчизняній науковій літературі недостатньо уваги приділяється цілісному дослідженню ролі фондового ринку у встановленні макроекономічної та фінансової стабільності. Дискусійними залишаються питання адекватного моделювання монетарних процесів в умовах збурень на фондовому ринку, зокрема визначення ефективного ступеня реакції монетарного регулятора на утворення і розвиток фондових бульбашок. Цілісне вирішення зазначених проблем вимагає побудови оригінальної динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги, яка б враховувала поведінку фондового ринку у взаємозв'язку з монетарною політикою. Розробка та оцінювання на основі статистичної інформації запропонованої макроекономічної моделі дозволить не тільки кількісно виміряти вплив шоків на фондовому ринку на реальний сектор економіки, а й за потреби своєчасно здійснювати грошово-кредитне регулювання для досягнення фінансової стабільності.

Актуальність та наукова значимість окреслених проблем, недостатній рівень їхнього теоретичного й емпіричного дослідження в умовах української економіки зумовили написання цієї монографії.

Метою роботи є теоретичне узагальнення та вирішення наукового завдання щодо системного аналізу та моделювання монетарних процесів в умовах збурень на фондовому ринку для визначення ефективних монетарних інструментів досягнення фінансової та макроекономічної стабільності за різних сценаріїв розвитку фондового ринку на основі застосування економіко-математичних методів і моделей.

Для досягнення мети авторами поставлено та вирішено такі основні завдання:

- обґрунтувати економічні передумови впливу фондового ринку на формування монетарної політики держави;
- проаналізувати теоретичні засади досягнення макроекономічної стабільності в умовах значних флуктуацій на фондовому ринку;
- на основі макромоделі загальної рівноваги обґрунтувати концепцію визначення оптимальних монетарних правил в умовах збурень на фондовому ринку;
- визначити адекватну специфікацію моделі фінансового акселератора для української економіки та обґрунтувати доцільність її включення в загальну макромоделю, а також дослідити механізм

утворення й еволюції фондової бульбашки як основного дестабілізатора фондового ринку;

- розробити динамічну стохастичну модель загальної рівноваги для України як малої відкритої економіки, яка б враховувала поведінку фондового ринку;

- визначити ефективні методи оцінювання та калібрації невідомих параметрів динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги з використанням байєсівської економетрики;

- провести діагностування якості та адекватності оціненої на основі статистичних даних динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для української економіки;

- розробити та проаналізувати в рамках запропонованого математичного інструментарію можливі сценарії реакції Національного банку України на виникнення флуктуацій на фондовому ринку, а також визначити стратегічні напрями монетарної політики в умовах фінансової нестабільності.

Об'єктом дослідження є монетарні процеси в умовах збурень на фондовому ринку.

Предметом дослідження є економіко-математичні методи і моделі оцінювання монетарних процесів та вироблення монетарної політики в умовах збурень на фондовому ринку для забезпечення макроекономічної стабільності економіки України.

Методи дослідження. У монографії використано принципи та інструментарій економічної теорії, загальнонаукові і спеціальні методи та прийоми аналізу, зокрема метод абстракції та конкретизації щодо феномену економічної стабільності, методи наукового аналізу та порівняння, метод єдності історичного та логічного для дослідження розвитку фондового ринку, методи системного аналізу та економіко-математичного моделювання складних динамічних нелінійних систем, а також спеціальні економіко-математичні методи: оптимізаційні, статистичні та методи байєсівської економетрики.

Роботу виконано з використанням прикладних комп'ютерних програм GAUSS, Dynare 4.3.2 (на базі Matlab 7.5 та Octave) та Microsoft Excel.

Наукова новизна одержаних результатів. Розроблено теоретико-методологічне забезпечення для аналізу монетарних процесів та формування монетарної політики, спрямованої на досягнення

макроекономічної стабільності в умовах виникнення дестабілізуючих флуктуацій на фондовому ринку на основі комплексного застосування статистичних, економетричних та оптимізаційних методів, а саме:

уперше:

– розроблено динамічну стохастичну макромодель загальної рівноваги малої відкритої економіки для визначення ефективних інструментів регулювання монетарних процесів в умовах дестабілізуючих збурень на фондовому ринку. На відміну від існуючих, запропонована макромодель враховує особливості української економіки і включає додаткові механізми фінансового акселератора та розвитку фондової бульбашки. Це дозволяє комплексно дослідити реакцію економічної системи на дію зовнішніх та внутрішніх дестабілізуючих факторів, визначити оптимальні монетарні правила та своєчасно скоригувати заходи монетарної політики держави для досягнення фінансової і макроекономічної стабільності;

удосконалено:

– інструментарій оцінювання та калібрування параметрів розробленої динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги, що базується на методах байєсівської економетрики та дозволяє враховувати додаткову інформацію, яка характеризує економічну систему;

– модель фінансового акселератора шляхом її об'єднання з макромоделлю загальної рівноваги, що передовсім вимагає встановлення адекватного функціонального взаємозв'язку між вартістю кредитних ресурсів й активами українських підприємств та дозволяє врахувати можливість виникнення на ринку кредитування дефіциту грошових ресурсів та ефекту підсилення дії шоків на економіку країни;

– теоретичні і практичні підходи перевірки гіпотези щодо необхідності реакції центрального банку на фондові бульбашки та визначення монетарного правила для адекватного реагування на зміни на фондовому ринку за різними сценаріями його поведінки;

набули подальшого розвитку:

– загальнонаукові положення комплексного аналізу сучасного світового і вітчизняного досвіду теоретичних та емпіричних досліджень у сфері моделювання монетарної політики і її впливу на дію негативних шоків, спричинених значними флуктуаціями

на фондовому ринку, із використанням макромоделі, яка базується на мікроекономічних принципах;

– обґрунтування застосування байєсівської економетрики для оцінювання параметрів динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги та підходи щодо перевірки стійкості й асимптотичної незміщеності оцінених невідомих параметрів моделі;

– аналіз реакції економічної системи на зовнішні шоки з використанням побудованих функцій відгуку і декомпозиції дисперсій на основі розробленої динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги та формування рекомендацій щодо досягнення макроекономічної і фінансової стабільності в Україні.

Практичне значення одержаних результатів полягає в можливості прикладного застосування основних теоретичних положень, пропозицій та розробленої динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для формування адекватної монетарної політики, спрямованої на досягнення макроекономічної стабільності держави в умовах збурень на фондовому ринку.

Актуальність роботи особливо зростає на нинішньому етапі переходу від політики фіксованого валютного курсу до інфляційного таргетування в рамках співпраці Національного банку України та Міжнародного валютного фонду. Саме динамічні стохастичні моделі загальної рівноваги стали локомотивом сучасної макроекономіки та макрофінансів, перебуваючи в авангарді наукових досліджень. Цей клас моделей надзвичайно популярний і в прикладних розробках. Так, провідні країни світу все більше покладаються на результати роботи динамічних стохастичних моделей загальної рівноваги для прийняття стратегічних рішень щодо управління економікою держави і, зокрема, її монетарним сектором. Федеральна резервна система США, Банк Англії, Європейський центральний банк та багато інших провідних монетарних регуляторів світу мають у своєму арсеналі розроблені та оцінені на реальних даних динамічні стохастичні моделі загальної рівноваги.

Сподіваємося, що Україна також рухатиметься в цьому напрямку і використання сучасного інструментарію для макрофінансових досліджень допоможе згладити негативні наслідки при переході до інфляційного таргетування.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ АНАЛІЗУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ МОНЕТАРНИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ ВИСОКОЇ ВОЛАТИЛЬНОСТІ НА ФОНДОВОМУ РИНКУ

1.1. Теоретичні аспекти взаємозв'язку стану фондового ринку, монетарної політики та стабільного розвитку економіки

Стабільний розвиток економіки України є важливою передумовою досягнення її основних стратегічних цілей, спрямованих на підвищення добробуту народу та задоволення як первинних, так і вторинних потреб громадян. Економічна система як соціально-природний феномен здатна досягати рівноважного стану і гарантувати поступовий прогрес, але ймовірнісна природа світу та наявність хаотичних, непередбачуваних елементів можуть спричиняти відхилення від стаціонарного довгострокового розвитку, що обґрунтовує необхідність як теоретичних, так і прикладних досліджень, присвячених питанням відновлення рівноважного стану і стимулювання економічного зростання.

Стабільне економічне зростання будь-якої країни залежить від якісних та кількісних факторів: обсягу та структури сукупного попиту та пропозиції в країні, рівня конкурентоспроможності економіки, ефективності системи державного регулювання та стимулювання тощо. Чільне місце в підвищенні темпів росту посідає фондовий ринок, головною функцією якого має бути ефективне залучення інвестицій. Ключову роль відіграє також і банківська система, покликана займатись акумулюванням фінансових ресурсів та перетворенням їх на інвестиційний капітал. Крім того, в сучасних умовах часто

важливу роль в економічному розвитку відіграє державне регулювання, органи якого, залежно від стану економічної системи, повинні посилювати або послаблювати дію певних факторів [1].

Економічна стабільність є багатогранним поняттям, і її досягнення вимагає рівноваги всіх підсистем економіки, зокрема фондового та фінансового ринків, які визначають поняття фінансової стабільності.

Важливий внесок у визначення фінансової стабільності зробили зарубіжні та вітчизняні вчені [2]. Г. Шиназі розуміє під фінансовою стабільністю стан, у якому фінансова система сприяє ефективному руху ресурсів від власників заощаджень до інвесторів, дозволяє оцінювати майбутні ризики та може абсорбувати і пом'якшувати фінансові та реальні непередбачувані шоки [3]. А. Крокетт визначає фінансову стабільність як ситуацію, в якій функціонування економіки погіршується внаслідок коливання вартості фінансових активів [4].

Слід зазначити, що, по-перше, поняття фінансової стабільності, як і власне стабільність, включає в себе багато елементів: інфраструктуру, інституції, ринки, де діють економічні агенти, що максимізують корисність і прибуток. По-друге, фінансова стабільність, крім виконання функції розподілу ресурсів та ризиків, мобілізації заощаджень та накопичення багатства, повинна також гарантувати наявність ефективно діючої системи платежів, інакше кажучи, гарантувати монетарну стабільність. По-третє, стабільність передбачає не тільки відсутність негативних шоків, але й здатність попереджати і, в крайньому випадку, нейтралізувати негативні тенденції на початкових етапах. Вирішення цих проблем може проводитись як за допомогою ринкового механізму, так і з залученням ринкових регуляторів. По-четверте, стабільний фінансовий розвиток не повинен повністю заперечувати існування некритичних збурень (підвищеної волатильності, значного падіння котирувань на фондових ринках тощо), оскільки останні за умови дії ринкових конкурентних сил виступають зазвичай рушіями прогресу. Наприклад, автоматизована торгівля з допомогою роботів може спричиняти ріст волатильності на фінансових ринках, але очевидно, що її впровадження є кроком уперед, а не кризовою ситуацією. Отже, відсутність систематичних негативних процесів та ефектів їх швидкого поширення (механізм «зараження») є індикаторами стабільності, тоді як невеликі збурення – ознака прогресу. По-п'яте,

фінансова стабільність не повинна вимагати ідеального стану всіх своїх елементів, частина з них можуть бути частково ефективними, але як у цілісного організму знижена ефективність певних підсистем має компенсуватися іншими [5].

Таким чином, визначимо фінансову стабільність у широкому розумінні цього поняття як здатність системи гарантувати ефективний розподіл фінансових ресурсів у просторі й часі, досягати стабільного економічного росту і протидіяти можливим негативним шокам, зокрема на фондовому ринку.

Стабільність фінансової системи загалом і її банківської складової зокрема слід розглядати як основу для забезпечення загально-економічної стабільності і сталого розвитку [6]. Надзвичайно важливим це питання є в сучасному світі в умовах активного розгортання глобалізаційних процесів. Лібералізація руху капіталів призводить до зростання прямих іноземних інвестицій та припливу спекулятивного капіталу. Це може спричиняти великий ступінь залежності національної економіки від зовнішніх чинників, особливо коли країна є малою відкритою економікою. Важливими рекомендаціями для досягнення фінансової стабільності є висновки Форуму фінансової стабільності, що був проведений у квітні 2008 року та представлений міністрами фінансів та головами центральних банків провідних країн світу, які пропонували посилити нагляд за якістю капіталу фінансових установ, ліквідністю та ризикованістю портфелів фінансових ресурсів і підвищити прозорість фінансових ринків. Крім того, важливими кроками в досягненні сталого розвитку є розробка грошово-кредитних інструментів та механізмів, які дозволяють вчасно реагувати на негативні тенденції у фінансовій сфері. Центральним банкам рекомендувалося займатися скоординованим вирішенням проблемних питань у рамках міжнародного співробітництва; розробити механізми підтримки достатнього рівня ліквідності; впровадити методи чіткої та точної оцінки заставного майна та складних фінансових інструментів; розробити механізми для проведення реструктуризації заборгованості та надання підприємствам можливостей для відтермінування платежів, особливо за важких кризових умов, розширення переліку заставного забезпечення тощо.

Значне коло українських дослідників наголошує, що поряд з усіма вигодами, які приносить фінансова глобалізація, зокрема

для реформування фінансового сектору України, неправильна політика з боку монетарного регулятора може піддавати економіку країни значним негативним ризикам.

Можна виділити чотири напрями, якими світова криза поширюється на економіку України (рис. 1.1). По-перше, це падіння світової економіки, що зменшує попит на експортну продукцію України та зрештою призводить до зниження надходжень до державного бюджету, девальвації гривні, зменшення розміру зарплат тощо. По-друге, значна волатильність цін на біржові товари посилює невизначеність та зменшує виручку українських експортерів сировини та напівфабрикатів. По-третє, падіння котирувань на фондових ринках призводить до значного зменшення капіталізації українських компаній. Майно підприємств, що могло б використовуватись як застава, дешевшає, що ускладнює можливість залучення кредитних ресурсів. По-четверте, нагнітання паніки на фінансових ринках зумовлює падіння попиту інвесторів на ризиковані вкладення, призводячи до подорожчання кредитних ресурсів [7]. Слід зазначити, що сила впливу зарубіжних фондових ринків на український є неоднозначною і, можливо, незважаючи на проникнення глобалізаційних процесів, межі національного ринку ще не стерті [8].



Рис. 1.1. Вплив світової фінансової кризи на економіку України

Джерело: авторська розробка

Так, серед негативних макроекономічних тенденцій в Україні в кризовому 2008-му та наступному 2009 році можна зазначити значне уповільнення динаміки ВВП та промислового виробництва

(рис. 1.2); збільшення від'ємного сальдо торговельного балансу майже вдвічі в порівнянні з 2007 роком; збільшення вартості кредитних ресурсів: середньозважена відсоткова ставка зросла до 22 % у порівнянні з 14 % на початку 2008 року; курс гривні до долара США протягом 2008 року знизився на 56 %; прискорення інфляції: ріст індексу, зокрема, споживчих цін становив 21,9 %, що майже в півтора раза більше від запланованого 14,3 % значення; падіння фондового індексу ПФТС на 81 % [9].

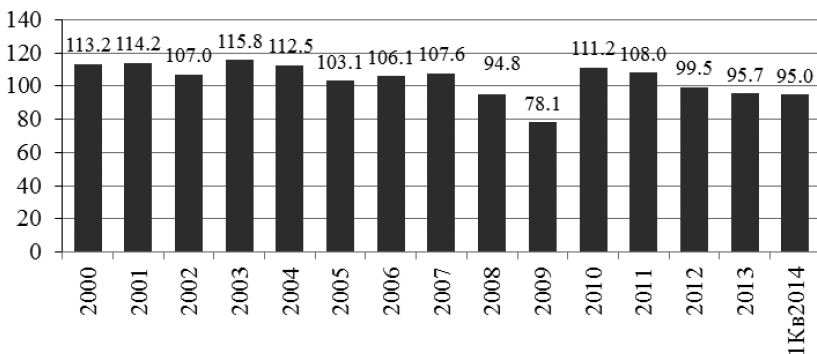


Рис. 1.2. Динаміка індексу промислової продукції України

Джерело: авторська розробка на основі даних
Державної служби статистики України

Наведені дані підтверджують припущення, що Велика рецесія в Україні, принаймні на початкових етапах, мала фінансово-економічний характер. Крім того, проведені окремими вченими детальні дослідження серед різних типів криз виділяють фондові та банківські як основні для української економіки. У разі їхньої реалізації негативні ефекти швидко поширюються за ефектом доміно. Фондові кризи виникають унаслідок дії сильних негативних шоків, що призводять до падіння котирувань, розриву ліквідності ринку тощо. Такі кризи можуть бути пов'язані з фондовими бульбашками, коли присутня спекулятивна гра на підвищення чи пониження і ціна на активи відривається від справедливої ціни. Усе це спричиняє зростання відсоткової ставки та перекидається в банківський сектор, призводячи до повномасштабної кризової ситуації у всій економіці [10].

Поняття «фондовий ринок» можна трактувати по-різному. Узгалянюючи підходи науковців до цієї категорії, її можна розглядати в широкому та вузькому розумінні. У першому випадку фондовий

ринок охоплюватиме повністю ринок цінних паперів, а в другому – класичні інструменти довготермінового фінансування (акції та облігації) [11].

Фондовий ринок є одним з найважливіших факторів, що впливає на коливання економічної системи. Розглядаючи це припущення в рамках різних наукових шкіл: австрійської, кейнсіанської, школи теорії реальних коливань, теорії екзогенних збурень, – можна зробити висновок, що основні причини рецесії вбачаються в надмірному інвестуванні в окремі сектори економіки, накопиченні заборгованості на мікрорівні та у відхиленні цін на активи від їхньої реальної вартості [12].

Фондовий ринок є механізмом, що дозволяє ефективно зводити інвесторів, які володіють вільними коштами, та підприємців, які потребують цих ресурсів [13]. Поряд з класичною роллю пошуку довгострокових ресурсів фондовий ринок виконує також й інші функції. Він сприяє мобілізації незалучених банківською системою заощаджень домогосподарств, які ефективніше використовуватимуться та сприятимуть економічному росту, дозволяє зменшити нерівність, розподіляючи багатство в суспільстві, оскільки домогосподарства можуть брати участь у розподілі прибутків компаній. На відміну від альтернативних форм залучення ресурсів (наприклад, фонди приватного інвестування (*private equity*)), які можуть використовувати інвестори зі значними заощадженнями, фондовий ринок дозволяє інвестувати також і домогосподарствам з невеликим обсягом заощаджень, купуючи визначену кількість акцій. Уряд та місцеві адміністрації також можуть залучати ресурси за допомогою фондового ринку, випускаючи облігації. Це дозволяє фінансувати інфраструктурні проекти, не вдаючись до значного підвищення податків та зборів. Крім того, вимоги до компаній (подавання фінансової звітності тощо), які намагаються провести лістинг на біржах шляхом первинного чи вторинного розміщення акцій, сприяють кращому контролю за діяльністю підприємств та поширенню прозорості. Таким чином, фондовий ринок виступає барометром економіки країни. Якщо господарство держави та бізнес стабільно зростають, то спостерігатиметься і зростання котирувань на біржах. Більш того, фондові індекси є своєрідним попереджувальним індикатором, який відображає очікування щодо розвитку економіки держави.

В Україні, враховуючи складну природу біржової торгівлі, розвиток інфраструктури фондового ринку відбувався, як показано на рис 1.3, у декілька етапів [14].

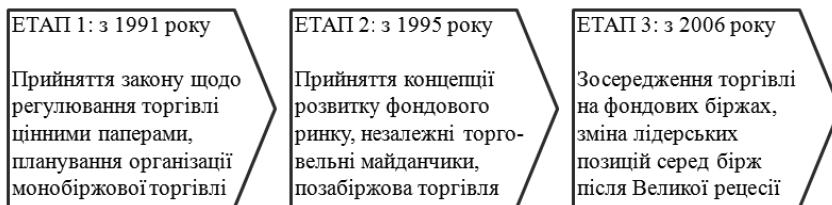


Рис. 1.3. Еволюція фондового ринку України
Джерело: авторська розробка на основі [14]

На початку було закладено правові основи власне фондового ринку України. Це сталося в 1991 році з прийняттям Закону «Про цінні папери і фондову біржу». На цьому етапі планувалося створення монобіржової структури ринку з одним гравцем, який матиме регіональні представництва по всій Україні для забезпечення торгівлі цінними паперами в різних місцях. Такий підхід покликаний був сконцентрувати ресурси для створення ефективної торговельної інфраструктури та обмежити створення паралельних торговельних центрів. Система зазнала істотних змін уже в 1995 році з прийняттям Концепції функціонування та розвитку фондового ринку України, яка передбачала можливість створення декількох незалежних торговельних майданчиків та впроваджувала можливість позабіржової торгівлі цінними паперами у вигляді торговельно-інформаційних систем. На третьому етапі, починаючи з 2006 року, такі системи були ліквідовані, а торгівля зосередилася в рамках фондових бірж.

З другого боку, фондовий ринок України є слаборозвиненим. Наприклад, у 2008 році в структурі активів фінансового сектору (рис. 1.4) домінував передовсім банківський сектор (94,7 %). Страхові компанії (4,3 %), кредитні спілки (0,6 %), недержавні пенсійні фонди (0,1 %) та інші фінансові компанії (0,3 %) в сумі займають менше ніж 5 % ринку активів [15]. Аналогічна ситуація спостерігалася і в середині 2014 року. Незважаючи на функціонування в Україні 10 фондових бірж, у вільному плаванні («фрі-флоут») перебуває тільки 5 % акцій від загальної капіталізації компаній.

Така ситуація зумовлена особливістю корпоративного управління, так званої інсайдерської моделі, коли великі пакети акцій зосереджені в руках декількох власників через мережу перехресного володіння. Це дає змогу ігнорувати права невеликих приватних акціонерів (міноритаріїв). Ситуацію погіршують неефективні правила лістингу. Так, для проходження та перебування в лістингу на Варшавській фондовій біржі показник вільного плавання повинен становити не менше ніж 25 % від статутного капіталу, тоді як для найбільш ліквідної частки компаній на українському ринку («голубих фішок») він становить 5–7 %. Велика концентрація капіталів призводить до домінування «приватних» угод купівлі-продажу акцій над «публічними». На позабіржовому ринку також відбуваються торги великими пакетами інших цінних паперів: облігаціями внутрішньої державної позики, корпоративними облігаціями, векселями тощо. Недоступність інформації про такі угоди у відкритому доступі ще більше погіршує ситуацію [14].

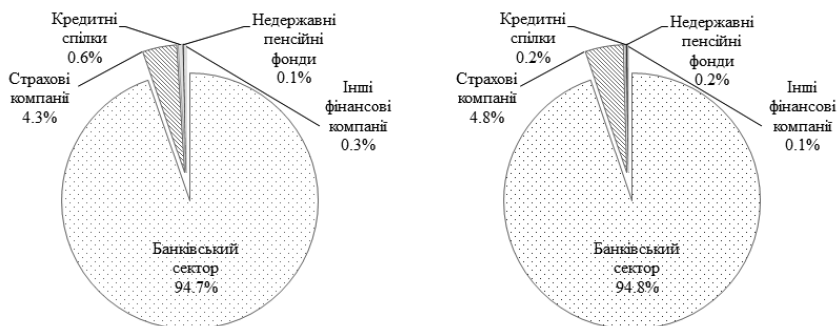


Рис. 1.4. Структура активів фінансового сектору України у 2008 (зліва) та 2014 (справа) роках

Джерело: авторська розробка на основі даних Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері ринків фінансових послуг та Національного рейтингового агентства «Рюрік»

Як зазначають деякі фахівці, плутанину в проведенні торгів вносить також існування різних моделей розрахунків за договорами щодо цінних паперів, зокрема, розглядаються 5 варіантів проведення розрахунків, що через недосконалість Закону України «Про Національну депозитарну систему та особливості електронного обігу цінних паперів в Україні» призводить до невиконання терміну

укладання договорів. Це, своєю чергою, викривляє розрахунок фондового індексу та курсу окремих цінних паперів, що не дає можливості точно визначити вартості чистих активів та портфеля цінних паперів, які використовуються для надання банківських кредитів тощо. Через відсутність доступу до кредитів та підвищення ризикованості бізнесу страждає вже реальний сектор економіки [14].

Схожої думки дотримуються й інші вчені, які стверджують, що перед фондовим ринком з часу його заснування стоїть питання підвищення ефективності функціонування. Це стримує залучення компаніями інвестиційного капіталу та перешкоджає ефективному перерозподілу ресурсів в економіці. Важливими проблемами розвитку фондового ринку все ще залишаються його невеликий обсяг, низький рівень ліквідності та капіталізації, нестача кваліфікованого персоналу для якісної оцінки та прогнозування вартості складних цінних паперів, інформаційна закритість, недостатнє дотримання прав інвесторів та недосконалість нормативно-правової бази [16]. Незважаючи на це, низка науковців підкреслює зростаючу роль фондового ринку протягом 1995–2007 років, а також його ключове значення в період фінансово-економічної кризи [17]. У післякризовий період як в Україні, так і в більшості розвинених країн світу була загалом позитивна динаміка фондових індексів. Але починаючи з 2011 року негативні тенденції знову спостерігаються на фондових біржах України. Такі значні коливання котирувань часто зумовлюють виникнення бульбашок.

Фондова бульбашка є особливим феноменом біржової торгівлі. Загалом розглядають декілька визначень цієї категорії, але головною її характеристикою вважається наявність систематичних відхилень спостережуваних значень від показників, розрахованих на основі внутрішньої вартості активів. Тобто можна визначити «бульбашку» на фондовому ринку як значиме систематичне відхилення спекулятивної ціни фондового індексу, який описує цей ринок, від його внутрішньої ціни, що ґрунтується на фундаментальних показниках компаній, які входять в індексний кошик [18]. Інвестиційну фундаментальну (внутрішню) вартість цінного паперу можна визначити як «грошовий еквівалент його інвестиційних якостей, управлінських можливостей та інших властивостей, цінність яких залежить від конкретних цілей і методів оцінки. Спекулятивна ж ціна – це фактично сплачена ринкова ціна цінного

паперу» [19]. Схожими, але ширшими за значенням до категорії бульбашки є збурення та флуктуація, які розглядатимуться як близькі поняття, що характеризують як тимчасові, так і систематичні відхилення внутрішньої ціни від спекулятивної. Флуктуація – це здебільшого коливання спекулятивної ціни навколо рівноважної, тоді як збурення – це, головним чином, одностороннє відхилення.

Зазначимо, що бульбашки є досить поширеним явищем в економічній історії країн. Так, перша бульбашка виникла ще декілька століть тому, коли в 1553 році в Нідерланди були завезені тюльпани з гірських районів Криму. Селяни почали масово вирощувати квіти, і вже у 1637 році стався крах перевиробництва цибулин, значне падіння цін та національної економіки Нідерландів, яка сильно залежала від цієї галузі.

Існують різні типи бульбашок, серед яких можна виокремити чотири групи, що показано на рис. 1.5 [20].

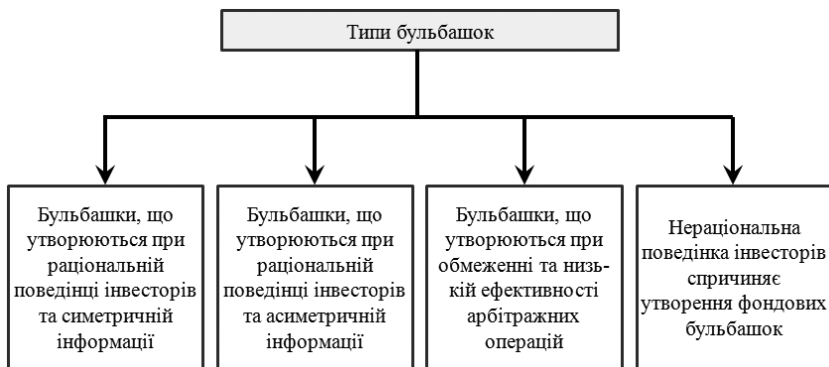


Рис. 1.5. Класифікація фондових бульбашок

Джерело: авторська розробка на основі [20]

До першої групи належать бульбашки, які утворюються за умови раціональної поведінки інвесторів та симетричної інформації. Така бульбашка розвивається вибухово. У другому випадку інвестори також є раціональними, але вони володіють асиметричною інформацією. Фактично перша група бульбашок є частковим випадком другої, але з симетричною інформацією. Третя група бульбашок виникає тоді, коли через обмеження арбітражу раціональні інвестори не можуть скористатися вигодами на ринку,

що утворюються в результаті торгівлі інших інвесторів. Саме дії останніх є джерелом утворення бульбашки. Остання група бульбашок представлена випадком, коли інвестори є нераціональними і мають різні погляди щодо визначення внутрішньої ціни, що й спричиняє її значне відхилення від спекулятивної.

У наведеній класифікації перші дві групи належать до раціональних бульбашок. Причиною їхнього виникнення часто є певні зовнішні фактори. Після «запуску» бульбашки інвестори розуміють, що вона буде рости, і намагаються скористатися цим, максимізуючи дохід при заданому рівні ризику. Таким чином, очікування інвесторів підживлюють бульбашку до якогось певного періоду, коли різко зміняться раціональні очікування і вона лопне.

Коли на ринку існують нераціональні інвестори (поведінкові трейдери), які систематично приймають «помилкові» рішення, то також може утворюватися бульбашка. Але її існування в такому випадку є тимчасовим, оскільки раціональні гравці ринку повинні скористатися нераціональною поведінкою інших інвесторів, зупинивши зростання спекулятивної ціни. На заваді такому сценарію може стати нездатність ефективно проводити арбітражні операції з різних причин. По-перше, це існування так званого фундаментального ризику. Якщо, наприклад, спекулятивна ціна більша за внутрішню, то очікуватиметься падіння спекулятивної ціни, доки вона не зрівняється з внутрішньою. Безризикова позиція арбітражерів складатиметься з короткої позиції по переоціненому цінному паперу і довгої позиції по іншому цінному паперу, для якого спекулятивна і внутрішня ціни вже зараз однакові і який повинен в ідеалі мати ті самі фундаментальні характеристики, що й переоцінений інструмент. Таким чином, «чиста» позиція арбітражерів дорівнюватиме різниці спекулятивної та внутрішньої ціни для переоціненого цінного паперу. У реальному житті інший цінний папір, по якому треба зайняти довгу позицію, може мати дещо інші фундаментальні характеристики, ніж переоцінений, що спричинятиме виникнення фундаментального ризику. У результаті, існування фундаментального ризику може зупинити раціональних інвесторів проводити арбітражні операції, що сприятиме існуванню та подальшому росту бульбашки.

Другою причиною, яка зупинятиме проведення арбітражу, є так звана проблема сепарації «мозку та грошей». Учасники

ринку – арбітражери – зазвичай здійснюють управління капіталом, який належить іншим інвесторам, і перед ними стоять короткострокові цілі. У той же час нерациональні інвестори, які приймають рішення не на основі фундаментального аналізу (використовують, наприклад, технічний аналіз: правило моментів тощо), можуть будувати довгострокові стратегії. У таких умовах арбітражери можуть бути нездатними змінити тренд і прискорити лопання бульбашки.

Третьою причиною неможливості проведення арбітражу є так званий ризик синхронізації. Окремий арбітражер може розуміти, що на ринку існує бульбашка, але для її лопання потрібно, щоб велика кількість раціональних інвесторів зайняла короткі позиції одночасно. Арбітражер у такій ситуації, чекаючи на синхронізовані дії, може робити ставки на ріст бульбашки, ще більше посилюючи її. У результаті, остання існуватиме на ринку невизначений період часу.

Власне процес утворення та розвитку бульбашки є багатоетапним. На початковій стадії відбувається впровадження нових технологій (наприклад, інтернет-технологій), виводяться на ринок нові товари, відбувається відкриття нових ринків чи якісь значимі політичні зміни, які можуть бути передумовою високих доходів. На наступному етапі ці процеси підтримуються ростом кредитування. У результаті, зростає ейфорія та впевненість інвесторів у швидкому рості доходів. Багато домогосподарств та компаній часто бездумно позбавляються більш ліквідних активів (наприклад, готівки), масово скуповуючи акції, облігації та інші цінні папери в пошуках швидких та легких заробітків. Багато економічних агентів для збільшення дохідності залучають кредитні ресурси. У результаті, ринок перестає зростати, і тоді інвестори з великим кредитним плечем стають вразливими щодо повернення позик. Неплатоспроможність набуває масового характеру, і бульбашка починає здуватися. Серед інвесторів поширюються панічні настрої, компанії масово банкрутують. На фінальному етапі продуктивні активи переходять від «проблемних» інвесторів до фінансово могутніших. Цикл закінчується, і можуть утворюватися чергові бульбашки [21; 22].

Першим значимим випадком утворення – лопання бульбашки на українському фондовому ринку був період, який приблизно охоплював 2007–2008 роки. Сприятлива зовнішня кон'юнктура та поширення масового споживчого кредитування вселяли

в інвесторів надмірний оптимізм щодо можливостей росту слабо реформованої української економіки. Фондовий індекс різко злетів і досягнув однієї з найбільших доходностей серед фондових ринків світу. Але вже восени 2008 року розпочалося величезне падіння котирувань – бульбашка лопнула.

Наприкінці 2008 року Україна зіштовхнулась із безпрецедентним у своїй посттрансформаційній історії падінням виробництва. У 2009 році реальний валовий внутрішній продукт (ВВП) зменшився на рекордні, починаючи з 1999 року, 15 % (рис. 1.6). Сотні тисяч людей втратили роботу, а мільйонам було урізано зарплату. Криза негативно позначилася практично на всіх аспектах життя українців, включаючи не тільки їхній добробут, а й соціальні відносини та загальний психологічний стан. Незважаючи на зростання виробництва у 2010–2012 роках, більшість показників поки що не досягнули своїх пікових докризових значень.

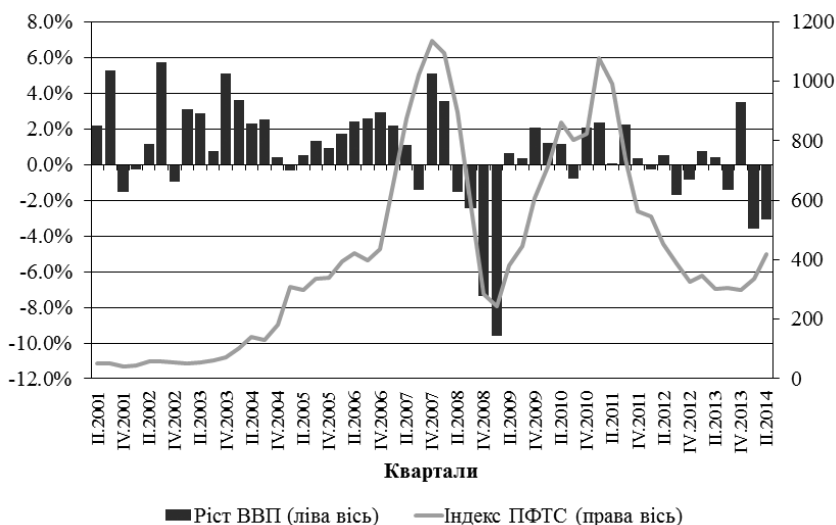


Рис. 1.6. Динаміка реального ВВП та індексу ПФТС протягом 2001–2014 років
Джерело: авторська розробка на основі даних Державної служби статистики України та ПАТ «Фондова біржа ПФТС»

На відміну від 1990-х років, падіння виробництва у 2000-х мало й іншу природу. Велика рецесія – це перша класична економічна криза в Україні на зразок капіталістичних економічних

циклів у західному світі. У таких умовах значно зросла роль та відповідальність регуляторів економіки, зокрема Національного банку України (НБУ). Протягом кризового періоду 2008–2010 років НБУ неодноразово проводив рестрикційну монетарну політику. Як підсумок, усе це могло стримувати виробництво і мати прямий ефект на реальну економіку у формі зменшення ВВП та зростання безробіття.

Деякі економісти вбачали причини сильного падіння економіки України в неправильній політиці НБУ, що мало катастрофічні наслідки, зокрема, вони стверджували, що НБУ не приділяв достатньо уваги регулюванню високого росту кредитування протягом 2007–2008 років, особливо його непропорційному росту в розрізі різних галузей. Крім того, швидке збільшення частки іноземних банків також відіграло дестабілізуючу роль головним чином через стимулювання іноземного імпорту [23; 24].

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що монетарна політика та монетарні процеси як комплексний механізм впливу за допомогою монетарних інструментів на грошово-кредитний ринок зокрема та соціально-економічне середовище загалом відіграють ключову роль у досягненні стабільного розвитку економіки. Для розуміння природи монетарної політики та доступних засобів для грошово-кредитного регулювання треба дослідити формування цього типу економічного впливу на економічну систему.

За точку відліку формування в Україні незалежної монетарної політики слід брати 1996 рік, коли Конституцією України було визначено основну функцію Національного банку – забезпечення стабільності національної грошової одиниці [25]. Крім того, підзвітність та підконтрольність НБУ Верховній Раді України було замінено на підконтрольність спеціально створеному органу – Раді НБУ. Впровадження гривні супроводжувалося встановленням валютних коридорів, що допомагало привнести визначеність при формуванні очікувань населенням та іншими економічними агентами й частково коригувати зовнішній баланс.

З прийняттям у 1999 році Закону України «Про Національний банк України» описані вище функції набули більш формалізованого характеру. Підтримка стабільності грошової одиниці доповнювалася ще двома додатковими підцілями: досягненням стабільності банківської системи та цінової стабільності.

Головним нормативним актом, який визначає множину показників, що характеризують стан грошово-кредитної системи, та відповідних інструментів, які за потреби необхідно застосовувати для коригування економічного розвитку, є «Основні засади грошово-кредитної політики», які затверджуються щороку. Зокрема, ключовими індикаторами фінансово-економічної стабільності рекомендується розглядати рівень інфляції, монетарної бази, грошової маси та валютний курс.

Набір інструментів, які доступні центральному банку, сильно залежить від рівня економічного розвитку загалом та фінансового сектору зокрема. Ставка резервування визначає частку зобов'язань по депозитах, яка повинна використовуватись як резерв і не надаватися позичальникам. Чим вища ця ставка, тим менша пропозиція грошей, яку створюють банки. Відкриті операції на ринку купівлі-продажу цінних паперів також впливають на кількість грошей в економіці. Наприклад, купівля за допомогою центрального казначейства урядових облігацій спричиняє приплив готівки і навпаки. Центральний банк може здійснювати кредитування комерційних банків на умовах низьких відсоткових ставок, що дозволяє розширювати пропозицію грошей (схожа процедура застосовувалася в період кризи 2008–2009 років, коли НБУ проводив рефінансування проблемних банків). Платіжний баланс може перебувати в зоні дефіциту чи профіциту, що впливатиме на монетарну базу та, своєю чергою, на пропозицію грошей. Продаючи чи купуючи іноземну валюту з певним курсом, центральний банк може впливати на конкурентоспроможність експорту за кордоном та імпорту у власній країні, змінюючи платіжний баланс. Крім того, такі операції прямо змінюватимуть пропозицію національної валюти. Описані інструменти входять до так званої кількісної групи. Інколи центральний банк може прямо впливати на процес видачі кредитів, визначаючи нормативи щодо надання грошових ресурсів певним галузям економіки, встановлювати коридори для відсоткових ставок тощо. Також неформально центральний банк може вимагати від фінансових установ тимчасового дотримання певної тактики, наприклад, менше видавати кредитів в іноземній валюті. Два останні інструменти мають якісну природу. Національний банк України може використовувати практично всі описані інструменти монетарної

політики, обираючи їх залежно від поставлених цілей та обмежень, які існують в економічній системі [26].

Починаючи з двотисячних років активно ведуться дискусії щодо впровадження таргетування інфляції. На основі затвердженого НБУ плану заходів у 2006 році виокремлюються декілька головних напрямів реформування в рамках досягнення цінової стабільності (інфляційного таргетування): підвищення рівня незалежності та прозорості центрального банку, законодавче забезпечення реформування фінансового сектору, підвищення ефективності інструментів монетарної політики та розробка нових методів аналізу та прогнозування. Зокрема, в рамках останнього напрямку було створено квартальну прогнозну модель, на основі якої проводиться оцінка потенційного впливу монетарного регулятора на інфляцію та інші показники економіки України. Ефективне впровадження інфляційного таргетування має проводитись на основі середньострокової стратегії НБУ [25].

Позитивними сторонами таргетування інфляції є концентрація політики центрального банку на цьому показникові, що підвищуватиме рівень керованості цінами та сприятиме стабілізації їх росту, збільшення відповідальності регулятора, зниження цінових очікувань населення та підвищення довіри до грошово-кредитної політики [27].

Таргетування валютного курсу, інфляції, монетарних агрегатів тощо є окремими проявами вирішення більш загального завдання щодо досягнення стабільності грошової одиниці [28]. За умови існування в країні сталих зв'язків між економічними індикаторами та досягнення фінансово-економічної стабільності можна переходити до таргетування одного з показників, автоматично досягаючи бажаних значень і для інших. Однак в умовах дії значних внутрішніх та зовнішніх збурень, високої доларизації економіки та схильності населення оцінювати стабільність на основі обмінного курсу для досягнення сталого розвитку потрібно сконцентруватися, відповідно, на цінах та валютному курсі, що й відбувається в Україні. При переході до інфляційного таргетування проводиться управління плаваючим валютним курсом гривні. У майбутньому ж, із розвитком грошово-кредитних відносин та поглибленням комунікації центральних банків з економічними агентами, ключовим об'єктом таргетування стане довіра до монетарного регулятора.

Незважаючи на значний рівень нестабільності, перехід до інфляційного таргетування є неминучим історичним процесом розвитку монетарної політики України. Для забезпечення плавного переходу до нового режиму грошово-кредитної політики потрібно мінімізувати можливі ризики, здійснити їх усебічне вивчення, моніторинг та прогнозування.

Не тільки монетарна політика, а й власне сам перехід від одного режиму до іншого може мати вплив на економічну систему. Виділяються шість груп ризиків, які можуть негативно впливати на економіку України при переході до інфляційного таргетування: 1) макроекономічні ризики, які можуть виникнути через порушення структурних макрозв'язків при зміні валютного режиму на плаваючий; 2) фінансові ризики, спричинені, як і в попередньому випадку, значними коливаннями валютного курсу, полягають у розриві бюджетних надходжень та витрат як на рівні підприємств, так і на макrorівні; 3) інституційні ризики, які можуть виникнути при недосконалій нормативно-правовій базі переходу до нового монетарного режиму, що, своєю чергою, може спричинити перерозподіл повноважень між різними монетарними інститутами та сформувати попит на неформальні та тіньові відносини, що загалом знижуватиме ефективність монетарного регулятора; 4) операційні ризики, які полягають у можливому виникненні проблем при реалізації тактичних операцій та прийнятті рішень у рамках низових управлінських структур, які сформувались в умовах політики фіксованого валютного курсу; 5) зовнішні ризики нестабільності світової економічної системи, що значно ускладнюватиме впровадження інфляційного таргетування; 6) інші непрогнозовані негативні ефекти [29].

При переході до нового режиму грошово-кредитної політики важливо сконцентрувати увагу на пошуку оптимального передавального механізму монетарних імпульсів центрального банку до реального сектору економіки. Підсумовуючи різні підходи провідних центральних банків Європи (Європейського центрального банку, Банку Англії), пропонується розглядати чотири ключові трансмісійні канали: відсотковий канал, кредитний канал, канал цін на активи і канал валютного курсу. Важливу роль у нових умовах відіграватиме відсоткова ставка (рис. 1.7).

Зміна відсоткової ставки впливає спочатку на ринкові відсоткові ставки та валютний курс. Далі відбувається корекція цін на активи,

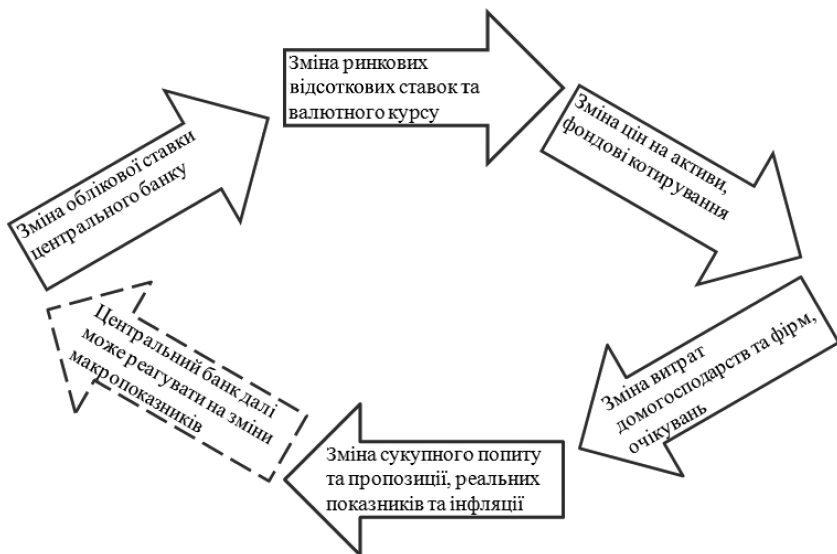


Рис. 1.7. Трансмисійний механізм впливу зміни відсоткової ставки на реальну економіку
Джерело: авторська розробка на основі [30]

що призводить до зміни витрат домогосподарств та фірм. Також змінюються очікування економічних агентів. Загалом це призводитиме до зміни сукупного попиту та пропозиції – тобто змінюватимуться реальні показники та інфляція [30].

Дієвість монетарного регулятора сильно залежить від рівня ефективності каналів монетарної політики. Зокрема, проведені деякими українськими науковцями емпіричні дослідження вказують на домінування валютного трансмісійного механізму. Своєю чергою, це не дозволяє здійснювати ефективну політику інфляційного таргетування та може призводити до значних економічних втрат. Так, використовуючи функцію втрат (штрафну функцію), яка залежить від відхилення валютного курсу, індексу споживчих цін, відсоткової ставки та ВВП від своїх довгострокових значень, автори показують низьку ефективність валютного каналу, яка різко зросла протягом кризових років. Оскільки відхилення зазначених показників є відображенням стабільності економічної системи, то домінування валютного каналу прямо впливає на послаблення стабільного розвитку в кризових ситуаціях [31].

Як було показано на рис. 1.7, зміна макроекономічних показників може впливати на монетарного регулятора, який, у результаті, змінюватиме облікову ставку (чи інший інструмент грошово-кредитного регулювання). Такий механізм найчастіше описується за допомогою монетарних правил. Аналіз різних правил монетарної політики та їх еволюції від найпростіших рекомендацій про стабільний щорічний приріст грошової маси до складніших сучасних варіантів проводився як вітчизняними, так і закордонними вченими [32; 33].

Враховуючи особливості проведення монетарної політики України, для її моделювання та формування монетарних правил науковці пропонують використовувати декілька інструментів (ендогенні змінні): облікову ставку, значення монетарної бази, зміну іноземних активів на балансі центрального банку (резервів), інтервенції на міжбанківському валютному ринку тощо [34]. Як екзогенні змінні для монетарного правила часто використовуються інфляційний розрив (різниця між реальною та цільовою інфляцією), ВВП-розрив (відхилення реального ВВП від потенційного) та розрив валютного курсу (відхилення від довгострокового тренду). Проведені для України результати оцінки невідомих параметрів монетарного правила на основі методу узагальнених моментів показали, що на ріст інфляції чи валютного курсу НБУ реагував підняттям відсоткової ставки. Реакція на зміну ВВП була статистично незначимою, оскільки збільшення темпу росту ВВП не було метою НБУ. Крім того, встановлення облікової ставки значно залежало від її значення в попередньому періоді [35]. Щодо правила монетарної політики з використанням як інструменту зміни значення монетарної бази, то, як виявилось, воно погано описує поведінку реальних змінних. Реакція на інфляційний розрив була незначимою. Реакція на ріст ВВП-розриву була статистично значимою та мала позитивне значення, що суперечить теоретичним очікуванням. Хоча зміна валютного розриву і мала статистично значимий вплив на визначення розміру монетарної бази, ця залежність є економічно слабкою, особливо в порівнянні з правилом, де інструментом монетарної політики є облікова ставка. Для оцінки монетарного правила НБУ інструментом інтервенцій виступає зміна чистих міжнародних активів – обсягу валових міжнародних резервів. Результати оцінки показали, що значимого впливу на цей інструмент не має жодна змінна. На основі проведеного аналізу

зроблено висновок, що цілями монетарної політики НБУ є інфляція, ВВП та валютний курс, а найдієвішим інструментом є інтервенції на валютному ринку. Для переходу в середньостроковій перспективі до режиму інфляційного таргетування пропонується обмежити кількість інтервенцій на валютному ринку та збільшити роль облікової ставки в проведенні монетарного регулювання.

Інші дослідники також вказують на те, що кінцевою метою грошово-кредитної політики є підтримання стабільного розвитку національної валюти. Таку політику можна визначити як девізну [36]. Девізна політика – це вплив НБУ на значення валютного курсу шляхом проведення операцій купівлі-продажу іноземної валюти [37]. Діючий протягом останніх років режим монетарної політики не можна де-юре чітко класифікувати як таргетування валютного курсу, інфляції або монетарних агрегатів. Де-факто протягом цього часу гривня була прив'язана до курсу долара. Незважаючи на це, на початку кожного року Національний банк України визначає орієнтир щодо рівня інфляції, враховуючи прогностичні значення інших показників, але такий підхід не можна визначити як інфляційне таргетування передусім через відсутність законодавчого закріплення цільового значення та мандата на його досягнення. Передумовами переходу до інфляційного таргетування є наявність розвинених фінансових ринків, зокрема фондового ринку, які зможуть ефективно передавати монетарні сигнали НБУ реальній економіці, встановлення гнучкого валютного курсу, глибоке теоретичне та практичне розуміння впливу різних інструментів на економічну систему, незначний рівень доларизації економіки, оскільки при високій доларизації послаблюватиметься дія монетарних інструментів, формування чітких інфляційних орієнтирів та досягнення стабільного росту ВВП та добробуту населення [38].

Інтеграція України у світовий глобальний простір та посилення взаємозалежності фондових ринків також спричиняють значні зміни в проведенні грошово-кредитної політики, зокрема, вільний глобальний рух коштів ставить дилему між досягненням цілей монетарної політики та підтримкою сталого валютного курсу. Інфляційні процеси за кордоном справляють значний вплив на внутрішню динаміку цін, конкурентоспроможність тощо; зменшується використання прямих заходів грошово-кредитної політики, акцент робиться на ринковому, а не на адміністративному регулюванні;

відбувається зміна ефективності різних трансмісійних каналів, зокрема послаблення процентного (через ріст екзогенності відсоткових ставок – їх формування на зовнішніх ринках) та кредитного (наявність доступу до вільних грошових ресурсів транснаціональних банків та корпорацій) каналів і ріст значення валютного каналу. Слід зазначити, що недавня фінансово-економічна криза дещо змінила погляд на викладену аргументацію, пояснюючи збільшення залежності монетарної політики в кризові періоди від процесів на зовнішніх ринках тощо [39].

З метою коригування небажаного впливу зовнішніх факторів пропонується збільшити вплив на використання національної валюти населенням та іншими економічними контрагентами, підвищити ступінь довіри до банківської системи та фондового ринку і враховувати при проведенні грошово-кредитного регулювання особливості структури економіки країни тощо [40]. Водночас негативні процеси в економіці України викликані не тільки впливом зовнішнього світу. Внутрішніми факторами, які стають на заваді проведенню ефективної монетарної політики, є слабкість інших, крім валютного, каналів трансмісії, суперечлива ідеологія підтримки банківського сектору в умовах кризи, слабкий розвиток інституційно-правового середовища, який, наприклад, проявляється у виникненні непрозорих схем рефінансування банків тощо [41].

Щодо ролі НБУ в кризовому 2008 році, коли також спостерігалось різке падіння котирувань на українських біржах, то високі відсоткові ставки, зменшення темпів росту грошової маси та продаж валюти на міжбанку чітко вказують (за аналогією з Федеральною резервною системою США 1929–1933 років) на проведення НБУ рестрикційної (обмежувальної) монетарної політики з 4 кварталу 2008 по 1 квартал 2009 року. Але все-таки, враховуючи українську специфіку та проведений аналіз, можна зробити висновок, що центральний банк діяв здебільшого професійно та правильно, оскільки згідно з нормативними актами саме стабільність валютного курсу та інфляції, а не зростання економіки, є головним завданням регулятора. НБУ, власне, і не міг зупинити спаду в реальному секторі, бо, на відміну від великої економіки США кінця 20-х – початку 30-х років, сучасна Україна є малою відкритою економікою із сильною моноекспортною залежністю, і в таких умовах український центральний банк не має великого

впливу на реальне виробництво. Антиінфляційні заходи НБУ були цілком виправданими та відповідали теоретичним та практичним уявленням про грошово-кредитне регулювання.

Головними проблемами, допущеними центральним банком України, були: недостатньо швидка реакція на ріст фінансово-економічної бульбашки у 2007–2008 роках; дещо нелогічна ревальвація валютного курсу у 2–3 кварталах 2008 року (не відповідала негативному сальдо зовнішньоекономічного балансу), що в майбутньому при значній девальвації ще більше посилювало нестабільність та діапазон коливань на валютному ринку; допущення занадто різкої девальвації, що посилювало панічні настрої (падіння гривні на аналогічну величину, але за довший період часу вселяло б більше довіри до дій центрального банку); практично відсутність запобіжників для припливу-відпливу короткострокових спекулятивних капіталів.

В основному правильною політика регулятора була і в 2009–2010 роках під час тісного співробітництва з Міжнародним валютним фондом, хоча одночасно процедура рефінансування банків була недостатньо прозорою. У другій половині 2010 року експортні надходження знову значно перевищили імпорт. Сальдо поточних операцій відтоді залишається негативним. Крім того, в кінці 2011 року різко зросли відсоткові ставки «овернайт».

Низка українських банків протягом листопада – грудня 2011 року заявляла про значний дефіцит гривні на грошово-кредитному ринку України, і це відбувалось на фоні негативних сигналів щодо росту економіки, зокрема значного падіння фондового ринку. Представники банківських кіл пояснювали таку нестачу бажанням НБУ підтримати валютний курс національної одиниці та сприяти дедоларизації економіки. Інші банкіри були схильні пов'язувати таку ситуацію із звичайними сезонними явищами і не вбачали в цьому потенційного джерела проблем для економіки.

У складному передавальному механізмі ріст ставок за кредитами «овернайт», які необхідні для оперативної підтримки поточної ліквідності та дотримання нормативів НБУ, насамперед проявляється у значному подорожчанні короткострокових кредитів. Відповідно, це може спричиняти ріст ставок і довгострокових позик. Крім того, підприємства можуть зіштовхнутися з проблемою кредитного раціонування, коли банки взагалі припинять певні кредитні

програми, незважаючи на наявність клієнтів, що готові брати позики за ринковими ставками. І все це різко зменшуватиме ділову активність та призводитиме до подальшого падіння котирувань на фондових ринках.

Події наприкінці 2011 та на початку 2012 років нагадували стан справ майже трирічної давнини. Нацбанк заявляв про покращення ситуації і те, що в короткостроковому періоді при дотриманні аналогічних до 2008 кризового року заходів він зможе утримати все під контролем. Але це не може продовжуватися в довгостроковому періоді, адже якщо сальдо зовнішньоекономічного балансу не вирівняється і одночасно відбудеться вплив фінансових активів, то можна очікувати девальвації (хоча не такої значної, як у 2008) та спаду. Оскільки структура економіки України не змінилась починаючи з кризового 2008 року, то причиною описаних вище подій, аналогічно до минулої ситуації, стануть зменшення попиту на експортні товари та вплив капіталів через кризу в Єврозоні. Усе це в сукупності має і негативний вплив на фондовий ринок, призводячи до його падіння, поширення негативних очікувань та, врешті-решт, до можливого утворення негативної бульбашки.

Ключову роль у посиленні негативних процесів в економіці відіграє і банківський сектор. Його стабільність можна визначити як здатність банків виконувати свої функції протягом довгострокового періоду часу [42]. Таке визначення є прийнятим у різних інституціях. Зокрема, Європейський центральний банк під банківською стабільністю розуміє можливість фінансової системи виконувати покладені на неї функції безперебійно протягом певного визначеного періоду часу. Будучи одним із головних джерел макроекономічної рівноваги, банківська система є надзвичайно важливим елементом економіки країни, особливо коли остання перебуває в трансформаційному стані та потребує доступу до довгострокових грошових ресурсів.

Банківська система України спочатку являла собою систему державних та невеликих приватних установ, які часто видавали кредити пов'язаним фінансово-промисловим групам, виступаючи як «кишенькові» банки. На початку 90-х років економіка країни зіштовхнулася з гіперінфляцією, яка сильно гальмувала розвиток кредитної системи. З часом завдяки ефективній політиці НБУ вдалося стабілізувати галопуючий ріст цін [43].

Розмір банківських активів залишався порівняно невеликим. На середину 1998 року відношення активів до ВВП становило 18 %, що значно поступалося аналогічним показникам у країнах, що розвивалися. Переживши затяжну рецесію, знецінення вкладів та гіперінфляцію, населення не поспішало нести гроші в банки. Хоча слід зазначити, що депозити повільно зростали, коли інфляція зменшилася до двозначного показника.

Відразу після серпневої кризи 1998 року в Росії українська банківська система зіштовхнулася з нестачею ліквідності, особливо в секторі боргових цінних паперів. Це створювало тиск на національну валюту та породжувало проблеми для бюджету країни. Крім того, слабкість банківської системи взаємопосилювалася нерозвиненістю біржової торгівлі.

Незважаючи на кризу, кількість банків зменшилась незначно, а структура їхніх активів та зобов'язань залишалась проблемною. Частина великих банків виявилися недокапіталізованими або неплатоспроможними, але реформи повільно продовжувалися і заклали підґрунтя для другої хвилі змін.

Після майже десятиліття глибокої кризи дев'яностих економіка країни вийшла на зростання у 2000 році. Цей період також збігається з повільним, але стабільним ростом фондового ринку. Паралельно зовнішня кон'юнктура була сприятливою: зростали ціни на експортні товари (сталь, зерно тощо). Усе це позитивно впливало на умови торгівлі, спричиняючи позитивне сальдо платіжного балансу. На наступному етапі почалося зростання зарплат і пенсій. Розвиток підкріплювався розширенням кредитування.

Одночасно змінювалася структура ринку. Частка державних банків зменшувалася, і на передові позиції по активах вийшли приватні установи, які сформували так звану групу системних банків. Стабільне економічне зростання, відсутність значних коливань валютного курсу, що давало можливість формувати точні довгострокові очікування, та низька інфляція вселяли довіру до банків та фондового ринку.

Своєю чергою, це викликало занепокоєння щодо контролю за кредитним ризиком. Незважаючи на те, що економіка України надолужувала розрив з розвиненими країнами, відношення позик до ВВП було високим у порівнянні з країнами, що розвиваються і мають схожу структуру розвитку фінансової системи,

або зіставним у порівнянні з розвинутішими країнами (наприклад, Польщею, Болгарією). Проблема загострювалася тим, що в умовах кредитного буму все менше уваги приділялося якості виданих позик. За оцінками МВФ, на середину 2005 року частка токсичних активів становила до 25 %. Це зменшувало прибутковість та заклало підґрунтя нестабільності. Загалом же нераціональна структура кредитно-інвестиційного та депозитного портфелів прямо впливає на фінансовий результат банку [44].

Наприкінці 2007 року вже було відомо про кризу на ринку іпотеки США та можливі негативні наслідки для реального сектору і потенційне різке падіння фондового ринку. Рада НБУ ще у 2007 році запропонувала обмежити кредитування (особливо споживче) та спрямовувати більшість іноземних позик на фінансування реальних інвестиційних проєктів, що також зменшило б приплив спекулятивних капіталів через українські біржі. Але конфлікти як усередині НБУ, так і між урядом та центральним банком перенесли впровадження активних дій на 2008 рік. 1 січня 2008 року регулятор збільшив облікову ставку на 2 %, а з урахуванням тогочасної макроекономічної ситуації вона ще раз зросла з 10 до 12 % у квітні. Глава НБУ повідомив про небезпеку розвитку стагфляції (одночасного значного росту цін та падіння економіки) на фоні зниження темпів промислового виробництва та росту інфляційних очікувань. Саме високі ціни розглядались з позиції монетарного регулятора як одна з ключових проблем для країни. Для обмеження інфляції, вже починаючи з 3 кварталу 2007 року, приріст пропозиції грошей (монетарного агрегату M2) сповільнився. Паралельно з 2008 року відсоткові ставки «овернайт» значно підвищились, як показано на рис. 1.8. Як антиінфляційний захід така політика сприяла також зміцненню гривні на фоні значного дефіциту сальдо поточних операцій та викупу валюти за допомогою валютних інтервенцій. На початку третього кварталу доступ до ліквідності на міжбанку зріс та відбулась незначна корекція гривні. Але через декілька днів/тижнів виникли незворотні процеси як на світовій, так і на внутрішній арені. Банкрутство великого інвестиційного банку «Леман Бразерс», націоналізація та поглинання низки іпотечних установ, включаючи таких американських гігантів, як «Фанні Мей» та «Фредді Мак», за ефектом доміно підірвали довіру до фінансових установ та фондового ринку зокрема

і, як спусковий гачок, стали приводом для поширення негативних тенденцій на більшості фінансових ринків як розвинутих країн, так і країн, що розвиваються. Світом ширилися рецесійні процеси. Банківська система зазнала величезних втрат. До кризи кредити видавалися в значних обсягах в іноземній валюті. Різка девальвація поставила таких позичальників у дуже скрутне становище, кількість невиконаних зобов'язань збільшувалася. При цьому НБУ було заборонено на деякий час дострокове зняття депозитів, а в багатьох банках ускладнили їх видачу. У низку комерційних банків було введено тимчасову адміністрацію НБУ [45; 46].

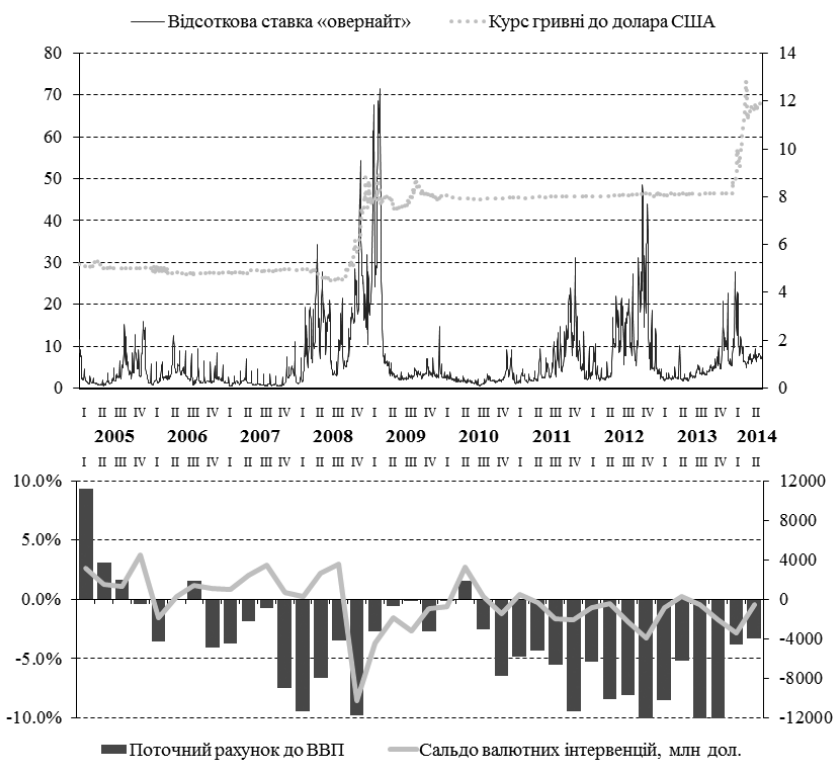


Рис. 1.8. Динаміка економічних показників у до- та післякризовий період
Джерело: авторська розробка на основі даних Національного банку України

Протягом усього періоду переходу України на ринкові засади загальноекономічна ситуація була тісно пов'язана зі станом справ

у фінансовій сфері, зокрема на фондовому ринку, який, мов дзеркало, відображав головні тенденції в господарстві країни. Більш того, починаючи з двотисячних років негативні тенденції в економіці найчастіше проявлялися спочатку у формі падіння котирувань на біржах, а вже потім відображалися у зменшенні реальних макропоказників. Загалом же досягнення монетарним регулятором фінансової стабільності неможливе без ефективного розвитку фондового ринку, який, своєю чергою, сам може впливати на грошово-кредитну політику та економіку країни загалом.

1.2. Концептуальні положення формування оптимальної монетарної політики при виникненні збурень на фондовому ринку

Проведений аналіз показує, що фондовий ринок відіграє значну роль у розвитку економіки України, тому природним є питання про можливість впливу на нього з використанням інструментів монетарної політики, зокрема облікової ставки, яка встановлюється Національним банком України. Ґрунтуючись на класичній гіпотезі про нейтральність грошей, можна припустити, що монетарна політика впливатиме на фондовий ринок більшою мірою в короткостроковому періоді часу, а не в довгостроковому [47].

Найпростіші пояснення зв'язку між монетарною політикою та цінами на активи передбачають, що монетарний регулятор може впливати на рівень ліквідності на фондовому ринку. Зміна ліквідності змушує домогосподарства та компанії, які тримають портфелі цінних паперів, переглянути їхню структуру. У результаті, попит на певні активи зростає, а на інші спадає, викликаючи зміни котирувань. Інший канал впливу – це регулювання відсоткових ставок, які визначатимуть вартість капіталу для компаній і, в кінцевому результаті, спричинятимуть зміну розміру дивідендів та прибутковості бізнесу.

Хоча більшість економістів і вважає, що вплив монетарної політики на фондовий ринок проявляється тільки в короткостроковому періоді, деякі також впевнені, що спостерігаються і довгострокові ефекти. Наприклад, якщо результати монетарного регулювання

призводять до росту невизначеності в економіці та значних інфляційних коливань, то це матиме й довгостроковий дестабілізуючий вплив на фінансовий сектор. Для недопущення такої ситуації рекомендується використовувати оптимальні правила, які дозволяють досягнути помірковано низької інфляції та здатні запобігти виникненню фондових бульбашок і нестабільності на ринках цінних паперів. Монетарне правило – це формалізований, чітко визначений механізм застосування інструментів монетарної політики для регулювання економіки країни. Якщо правило визначене за допомогою оптимізації певних економічних показників (наприклад, мінімізація інфляційних коливань та ВВП), то таке правило називатимемо оптимальним.

Існує також інший погляд, представлений, наприклад, австрійською школою 20-х років XX століття та Банком міжнародних розрахунків, згідно з яким стабільно низька інфляція породжує занадто оптимістичні очікування щодо економічного розвитку. Це, своєю чергою, може бути першим кроком до неконтрольованого росту на фондовому ринку, особливо якщо цінова стабільність підтримуватиметься зростанням кредитування.

Важливо наголосити, що залежність між монетарним індикатором – інфляцією – та цінами на акції може залежати від монетарної стратегії [48]. Для ілюстрації цієї залежності розглянемо центральний банк, який проводить контрциклічну політику. В умовах росту виробництва ціни на активи також зростатимуть. Бюджет зазвичай буде профіцитним і зникне необхідність монетизації дефіциту (фінансування дефіциту грошовою емісією) – пропозиція грошей зменшиться, породжуючи дефляційні очікування. Отже, інфляція та ціни на акції є обернено залежними. Якщо ж політика центрального банку є проциклічною, то ця обернена залежність буде послаблюватися або й взагалі ставати прямою. Таким чином, монетарна політика відіграє важливу роль у регулюванні процесів на фондовому ринку та його зв'язку з різними економічними категоріями (інфляцією тощо). Питання ж необхідності реакції монетарного регулятора на фондові бульбашки залишається дискусійним, а його вирішення перебуває в площині аналізу різних концепцій та підходів до розуміння оптимальної економічної політики.

Проблема проведення оптимальної монетарної політики стоїть перед науковцями та практиками вже понад 150 років, починаючи

з 1844 року, коли було формалізовано структуру Банку Англії і йому заборонили проводити неконтрольовану емісію грошей [49].

Концепція оптимальної монетарної політики є складною категорією, і, як уже було частково проаналізовано, вона включає такі елементи, як визначення коротко- та довгострокових цілей, вибір інструментів монетарного регулювання, визначення найбільш ефективних каналів впливу. Важливим питанням оптимальної політики є ступінь незалежності монетарного органу в прийнятті своїх рішень та необхідність існування правил, що обмежують його дію; якщо вибір зроблено на використанні правил, то які з них є оптимальними?

Як уже було зазначено, концепція оптимальної політики передбачає процес оптимізації щодо певного критерію. Змінюючи критерії оптимізації, можна отримати різні результати щодо того, якою повинна бути оптимальна реакція центрального банку. Тому як ширша альтернатива може вживатись і визначення «раціональна політика», яка передбачає проведення чіткої та зрозумілої для економічних гравців монетарної політики, викликаючи в них довіру, та яка ґрунтується зазвичай на певному оптимальному монетарному правилі.

Визначення оптимальної монетарної стратегії значною мірою обмежене особливістю природи монетарного регулювання. Хоча, на відміну від фіскальної, монетарна політика передбачає значно швидшу можливість реакції (наприклад, облікову ставку швидко може змінити правління центрального банку, тоді як для зміни величини податкових ставок потрібно внести зміни до закону, що значно затягує процедуру прийняття рішень), але результати дії монетарної політики на економіку можуть містити в собі певний лаг – від декількох кварталів до року-двох. Така особливість значно ускладнює проведення монетарного регулювання.

У світовій літературі існує певний консенсус щодо того, якими повинні бути певні елементи оптимальної політики. Зокрема, вважається, що короткостроковою метою монетарної політики має бути згладжування короткострокових шоків задля зменшення коливань бізнес-циклу, тобто досягнення цінової стабільності та сталого зростання (мінімізація циклічного безробіття). Типовими інструментами, які можуть використовуватися для досягнення поставленої мети, є встановлення відсоткової ставки, зміна пропозиції грошей, управління валютним курсом тощо. Науковці кожної

країни визначають найбільш ефективні канали впливу інструментів монетарної політики на реальну економіку. Щодо довгострокового періоду, то варто зосередитися на утриманні низьких відсоткових ставок, щоб стимулювати інвестиції та розвиток підприємництва здебільшого через те, що в довгостроковому періоді більшою мірою має місце класична дихотомія реального та номінального секторів, коли, наприклад, додаткова емісія грошей майже не стимулює ріст ВВП (реального показника), а повністю абсорбується ростом інфляції (номінального показника).

Найбільше дебатів відбувається навколо того, чи повинна монетарна політика ґрунтуватися на певних правилах, чи вона має бути дискреційною. У першому випадку припускається, що центральний банк управляє доступними йому інструментами за допомогою певного правила, яке пов'язує інструмент (величину облікової ставки, валютний курс, обсяг емісії тощо) з макроекономічними фундаментальними факторами (розміром інфляції, ВВП, безробіттям, валютним курсом тощо). Такий механізм дає можливість економічним агентам прогнозувати поведінку центрального банку та наслідки монетарного втручання. Зменшення невизначеності – ключовий результат політики, що ґрунтується на монетарних правилах.

Концептуально інше бачення підтримується ультраліберальним підходом [50]. Використання центральним банком правил дозволяє зробити його менш залежним від зовнішніх втручань і вирішити проблему політичного опортунізму. Це особливо актуально для України, де НБУ часто піддається політичному впливу щодо досягнення певних короткострокових цілей за рахунок порушення довгострокового стабільного розвитку. Наприклад, перед виборами уряд може вимагати від НБУ провести додаткову емісію для фінансування збільшення соціальних виплат, популістських роздач матеріальних заохочень різним верствам населення чи проведення неконкурентних тендерів для представників наближених до виконавчої гілки влади квазібізнесменів з подальшою метою власного збагачення чи фінансування виборів пов'язаних політичних партій та кандидатів. У довгостроковому періоді такий підхід призведе до значного росту інфляції та розбалансування економіки.

Центральний банк також може зіштовхнутися з проблемою відсутності довіри до політики, яку він проводить, за дискреційного режиму, що ставатиме особливо актуальним в умовах

недоступності ефективних монетарних інструментів, коли результати державного регулювання будуть далекими від оптимальних. Крім того, важливо враховувати очікування економічних агентів. Якщо центральний банк проводить свою політику, опираючись на припущення про те, що власне регулювання не впливає на зміни очікувань, то в результаті він втрачатиме довіру. На практиці це сприятиме виникненню таких негативних явищ, як відплив капіталу за кордон, атаки на валютний курс тощо, що є досить поширеним і в Україні [51].

Опоненти політики, яка ґрунтується на правилах, тобто прихильники дискреційного підходу, вважають, що в особливих умовах (наприклад, швидке поширення кризових явищ) центральний банк повинен мати всю свободу дій для прийняття ефективних рішень, які можуть суперечити встановленим правилам монетарної політики. Контраргументуючи цю думку, слід зазначити, що проблеми, які виникають у кризових умовах при застосуванні монетарного правила, можуть бути спричинені не самим використанням останнього, а проведенням політики на основі неоптимального правила.

Крім того, у низці праць доводиться домінування монетарної політики, що ґрунтується на правилах, над дискреційною політикою. Так, Кідленд та Прескотт у своїх роботах показали за допомогою моделей динамічної оптимізації, що незначне недотримання центральним банком низької інфляції в довгостроковому періоді призводитиме до високого рівня цін [52].

Наприклад, припустимо, що в економіці встановився низький рівень інфляції і економічні агенти (домогосподарства, представники бізнесу) врахували це у своїх планах щодо теперішнього і майбутнього споживання, розміру інвестицій тощо. У таких умовах центральний банк може бути схильним дещо збільшити пропозицію грошей (проводити експансивну монетарну політику) і за рахунок незначного збільшення інфляції домогтися додаткового росту ВВП (при низькій інфляції незначне її збільшення не перевищує вигод від більшого росту виробництва). Але щойно економічні агенти дізнаються про це, вони миттєво змінять свої економічні очікування в бік зростаючих цін, що, своєю чергою, нівелює можливість збільшення ВВП. У найгіршому випадку цей цикл може постійно повторюватися, призводячи до значних втрат і дестабілізації економічної

системи. Отже, нездатність центрального банку притримуватися низького рівня інфляції при мінімальних відхиленнях є небезпечною і потребує встановлення певних чітких монетарних правил.

Окрім того, важливо, щоб центральний банк мав чітку оптимальну стратегію комунікації [53]. Ключове питання, яке постає при цьому: чи створює сигнал регулятора класичну новину (наприклад, оголошення про встановлення нової облікової ставки) чи все-таки він зменшує невизначеність, нейтралізуючи різні шуми? Дослідження в цьому напрямі зосереджені навколо двох проблем. Перша група науковців сконцентрована на аналізі впливу комунікації на очікування економічних агентів, ціни на активи, що дозволяє точніше прогнозувати поведінку економічної системи. Друга проблема пов'язана з дослідженням оптимальних стратегій комунікації в різних країнах у часовому розрізі, відповідаючи, наприклад, на питання, чи дозволяє оголошення нової інфляційної мети на певний період часу (рік або квартал) сформулювати довгострокові очікування.

Комунікація центрального банку з гравцями на ринку складається з чотирьох головних етапів: загальна мета та стратегія регулятора, опис мотивації щодо прийняття конкретного рішення та повідомлення про саме рішення, прогнози економічного розвитку та можливі майбутні монетарні кроки.

При цьому цілі центробанку мають бути чітко встановленими і частина з них повинна мати кількісний вимір.

У двотисячних роках монетарні регулятори здебільшого повідомляють про прийняте рішення щодо, наприклад, величини облікової ставки відразу. Хоча так було не завжди. До 1994 року Федеральна резервна система США не оголошувала офіційно встановлену відсоткову ставку. Економічні агенти визначали її, спираючись на операції американського регулятора на відкритому ринку. Оголошення рішення саме по собі є новиною, а отже, також зменшує невизначеність, підвищуючи якість сигналу від банку до громадськості.

Монетарні регулятори відрізняються один від одного щодо деталізації процесу прийняття рішення. Так, Федеральна резервна система США та Банк Англії публікують протоколи засідання, тоді як Європейський центральний банк цього не робить. Натомість останній відразу після ухвалення важливого рішення проводить прес-конференцію. Прес-конференція описує процедуру

розроблення рішення менш деталізовано, ніж протоколи, але вона більш гнучка, оскільки учасники можуть поставити будь-які запитання.

Також центральні банки сильно відрізняються щодо оголошення своїх прогнозів економічного розвитку. Зазвичай ті регулятори, які використовують стратегію інфляційного таргетування, частіше повідомляють про прогнозний рівень інфляції та про інші важливі макроекономічні показники.

Коли постає питання прийняття нових монетарних рішень, то багато центральних банків у тій чи іншій формі можуть повідомляти про свої наміри. Зокрема, Європейський центральний банк часто використовує непрямі сигнали щодо майбутньої політики, інші банки (наприклад, Банк Англії) чіткіше інформують про свої плани. Більш того, низка центробанків країн, зокрема Швеції, Ірландії, Нової Зеландії, Норвегії, оголошують кількісні індикатори завчасно. Така практика є суперечливою. По-перше, громадськості важко інтерпретувати умовні плани (наприклад, центробанк може оголосити, що за умови зменшення інфляції в наступному кварталі на 1 % облікова ставка буде знижена на 0,5 %, за іншої умови очікується інша дія і т. д.). По-друге, якщо монетарний регулятор вирішить, що оголошене в минулому рішення є недоцільним, і прийме інше, ніж прогнозувалося, то це вселятиме недовіру до центрального банку і може негативно позначитися на його репутації.

Таким чином, для досягнення оптимальної монетарної стратегії комунікація монетарного регулятора також має бути ефективною.

Проведений аналіз показав, що в умовах дискреційної монетарної політики центральний банк замість того, щоб бути гарантом та острівцем цінової стабільності, який згладжуватиме вплив негативних шоків, може, зрештою, виявитися дестабілізуючим елементом економічної системи. Саме на це вказують Нобелівський лауреат з економіки Мілтон Фрідман та Анна Шварц у своїй класичній праці «Монетарна історія Сполучених Штатів Америки у 1867–1960 роках», зазначаючи, що Федеральна резервна система США в першій чверті XX століття частіше була джерелом нестабільності, ніж стабільного розвитку. Таким чином, моделювання оптимальної монетарної політики доцільно проводити в рамках пошуку оптимальних монетарних правил, відкинувши дискреційний підхід як менш ефективний та ризикованіший щодо

досягнення коротко- та довгострокових цілей держави, спрямованих на підвищення добробуту населення, мінімізацію економічних коливань та досягнення стабільного росту.

1.3. Аналіз існуючого економіко-математичного інструментарію моделювання монетарних процесів в умовах фінансової нестабільності

Класичною роботою, яка присвячена теоретичному та практичному аналізу взаємозв'язків між мікро- (ціноутворення на активи) та макропроцесами, була праця Мертона [54], де в модель оцінки капітальних активів вводилась відсоткова ставка, що формується на основі міжчасового розміщення активів. Далі, розширюючи модель Марковіца [55], Фама та Френч [56] розробили мультифакторні моделі, де ціни на активи залежали, крім прямих (ризикованість тощо), також і від інших характеристик фондового ринку. Схожі результати обґрунтовує арбітражна теорія ціноутворення, у рамках якої знайдено та доведено існування значимих зв'язків між фондовим ринком та макрозмінними.

Щодо економічної політики, то ще в 1969 році Джеймс Тобін зазначав, що вона може відігравати ключову роль у визначенні співвідношення ринкової вартості активів до балансової вартості, яке пізніше дістало назву q Тобіна. Насамперед, було підкреслено роль саме монетарної політики, яка прямо впливала на поведінку ринку активів.

На наступному етапі досліджень усе більше уваги приділялося нестабільності на ринках активів. Зокрема, описуючи історію фінансових криз та виникнення фондових бульбашок, Кіндлебергер зазначає, що розмір грошової маси та обсяг кредитних ресурсів (монетарна політика) можуть не тільки прискорювати ріст фондових бульбашок, а й бути одними з головних факторів, які сприяють їх утворенню [21].

Зазвичай головним методом, який використовується для базового аналізу взаємодії фондового ринку та реального сектору економіки, є прості регресії (наприклад, авторегресійні моделі), що складаються з одного рівняння, де сила зв'язку між пояснювальною

змінною (скажімо, дохідністю активів) та макроекономічними змінними вимірюється за допомогою коефіцієнта кореляції або з використанням пов'язаних концепцій.

Такі методи, що ґрунтуються на використанні одного рівняння, а не системи рівнянь, мають значні недоліки при аналізі особливостей об'єкта дослідження, зокрема: вони тісно пов'язані з простим коефіцієнтом кореляції, який погано моделює довготермінові тренди в економічній системі, а спроби аналізу зв'язків у рамках довготермінового горизонту призводять у багатьох випадках до розширення періоду вибірки, що не може повністю розв'язати проблему; вони не пояснюють особливості динаміки та зв'язки причинності між різними категоріями; часто спроби подолати описані недоліки шляхом оцінки класичної регресії погіршують ситуацію ще більше через можливість отримання хибних регресійних результатів, що є ймовірним при роботі з часовими рядами.

Альтернативний підхід для аналізу декількох змінних, який може подолати багато описаних проблем, був представлений Сімсом [57]. Векторні авторегресійні (VAR) моделі з'явилися як потужний інструмент для аналізу взаємозв'язків багатьох часових змінних, довгота короткострокових динамічних особливостей системи. Типова система рівнянь векторної авторегресійної моделі має таку форму:

$$\Delta y_t = \mu + \sum_{k=1}^{p-1} \Phi_k \Delta y_{t-k} + \varepsilon_t, \quad (1.1)$$

де y_t – вектор змінних (наприклад, ВВП, споживання, рівень заборгованості тощо);

μ – вектор вільних членів системи рівнянь регресії;

Φ_k – матриця коефіцієнтів нахилу;

ε_t – вектор похибок;

p – кількість лагових змінних;

Δ – операція першої різниці;

t – час.

Згодом до VAR моделі було введено поняття коінтеграції та корекції помилки. Така модель дістала назву векторної моделі корекції помилки; вона враховувала можливі довгострокові зв'язки між певними змінними, наприклад, коливання короткострокової відсоткової ставки навколо довгострокового значення. Типовий приклад моделі має таку структуру:

$$\Delta y_t = \mu + AB'y_{t-1} + \sum_{k=1}^{p-1} \Phi_k \Delta y_{t-k} + \varepsilon_t, \quad (1.2)$$

- де B' – транспонований вектор параметрів рівняння корекції помилки (якщо існує декілька рівнянь корекції помилки, то це транспонована матриця параметрів);
 $B'y_{t-1}$ – власне рівняння корекції помилки;
 A – вектор параметрів, що вимірюють швидкість повернення системи до рівноваги.

На початку впровадження VAR методи застосовувалися для розвинутих ринків. Досліджуючи взаємозв'язок між монетарною політикою та фондовими індексами на прикладі ринків країн Великої сімки та Іспанії, було показано, що дестимулююча монетарна політика у формі зростаючої відсоткової ставки в середньому має незначний негативний ефект на фондові індекси. Ці результати відрізняються по країнах, але в загальному підтримують твердження про наявність зв'язку між монетарною політикою та фондовим ринком [58]. Схожі результати було отримано для різних галузей США [59]. На основі твердження, що експансивна монетарна політика призводить до зростання майбутніх грошових потоків компаній та зменшує ставку дисконтування, було показано, що стимулюючі монетарні кроки значно впливають на зростання цін на промислові активи. Також було обґрунтовано існування значимого зв'язку між федеральною ставкою резервування та індексом S&P500: зростання відсоткової ставки на десять базових пунктів призводить до негайного падіння фондових котирувань на 1,5 %, тоді як ріст цін на активи на 1 % знижує відсоткову ставку на п'ять базових пунктів [60].

З другого боку, на основі післявоєнних даних для економіки США було показано, що дохідність активів пояснює незначну частку варіації інфляції, тоді як головну роль відіграє відсоткова ставка. Крім того, фондові флуктуації мають обмежений ефект на відсоткову ставку [61].

Комплексне емпіричне дослідження взаємозв'язку монетарної політики та цін на активи, зокрема цін на житло, було проведено Гудхартом і Хофманом [62] й Ассенмахер-Веше та Герлахом [63]. Об'єктом дослідження стали 17 розвинених країн: США, Японія, Німеччина, Франція, Італія, Велика Британія, Канада, Швейцарія, Швеція, Норвегія, Фінляндія, Данія, Іспанія, Нідерланди, Бельгія,

Ірландія та Австралія. Обидві групи науковців використали емпіричну модель взаємозв'язку між реальним та фінансовим секторами, оцінену за допомогою панельної VAR методології.

На основі квартальних даних за 1970–2006 роки: реального ВВП, індексу цін, короткострокової номінальної відсоткової ставки, номінальних цін на житло, номінальної грошової маси та номінального обсягу кредитів приватного сектору – було підтверджено існування складного взаємозв'язку між цінами, грошовими агрегатами та реальними макропоказниками. Зокрема, тест Грейнджера показав присутність значимого взаємного причинно-наслідкового зв'язку між ростом грошової бази та цінами на житло. Цей зв'язок виявився найбільш сильним протягом періоду 1985–2006 років, коли на фінансових ринках розвинутих країн було проведено лібералізацію. Як висновок, автори пропонують проводити більш активну монетарну політику відносно цін на житло, зокрема виявляти порушення фінансової стабільності та відповідно реагувати, наприклад, підвищуючи відсоткові ставки, щоб унеможливити появу негативних порушень рівноваги. Крім того, зазначається, що оскільки таку контрциклічну щодо ринку житла політику важко проводити в умовах низької та стабільної інфляції, то можна також використовувати встановлення обмежень показника відношення позики до вартості активу на іпотечному ринку [62].

Схоже дослідження було проведено на основі даних за 1986–2006 роки, виключаючи з аналізу період нестабільності з високою інфляцією (до середини 80-х років). Щодо часових рядів, які використовувались для оцінки моделі, то до цін на житло було додано ціни на акції (також слід зазначити, що монетарні агрегати та розмір кредитування не входили в модель). Результати аналізу виявили значимий зв'язок між цінами та відсотковою ставкою, яка є інструментом монетарної політики. По-перше, ріст відсоткової ставки на 25 базових пунктів призводитиме через 1–2 роки до падіння цін на житло на 0,375 %. У той же час спостерігатиметься і падіння ВВП на 0,125 %. Це значно ускладнює використання монетарної політики для регулювання ринку житла, оскільки бажаний ефект досягається за рахунок значного падіння виробництва. Таку ціну за стабілізацію окремого ринку економічні регулятори та суспільство можуть бути не готові заплатити. По-друге, щодо цін на активи, то вплив на них відсоткової ставки є схожим із впливом на ціни

на житло. Головна ж відмінність полягає в тому, що ціни на активи змінюються майже негайно й повертаються до свого довготермінового значення за 1–2 роки, тобто коли ціни на житло досягають дна. З цього випливає, що за допомогою монетарної політики (відсоткової ставки) неможливо проводити одночасну стабілізацію ринку житла та фондового ринку загалом. По-третє, автори провели крім панельного VAR аналізу, де використовувалися дані по всіх країнах, ще й індивідуальний VAR аналіз по кожній країні окремо. Результати оцінки виявилися в багатьох випадках незначимими та відрізнялися в розрізі країн, що не давало можливості зробити чіткі висновки про взаємовплив монетарної політики та фондових ринків. У таких умовах невизначеності автори радять відмовитися від використання інструментів монетарної політики для управління цінами на активи. По-четверте, аналіз проблеми гетерогенності фінансової структури економік у розрізі 17 країн показав, що вплив монетарної політики може значно відрізнитися залежно від фінансово-інституційної складової економічної системи держави. Автори поділили країни на дві групи залежно від значень семи відібраних показників: домінування плаваючої чи фіксованої відсоткової ставки, можливість використовувати частку виплаченого кредиту за житло як заставу, відношення розміру позики до вартості активів, відношення розміру іпотечного кредитування до ВВП, метод оцінки активів банку (на основі ринкової чи балансової вартості житла), важливість сек'юритизації (акціонування) іпотечних кредитів в економіці та співвідношення власного житла до орендованого, які характеризують фінансову систему країни. Результати показали, що, незважаючи на статистично значимі відмінності впливу монетарної політики на ціни на житло залежно від фінансово-інституційної структури, ця різниця, з економічного погляду, все-таки є невеликою. Таким чином, проведення активної контрциклічної монетарної політики щодо ринку активів є передчасним у зв'язку з відсутністю чітких переконливих результатів на користь економічного регулювання [63].

Щодо країн, що розвиваються, то присутність сильно значимих зв'язків між цінними паперами та іншими макроекономічними змінними є досить спірним питанням. Наприклад, застосування моделі корекції помилки з гладким переходом для аналізу ролі Боготського фондового ринку в Колумбії дозволяє описати

існуючі нелінійні зв'язки та включити нерізкі переходи між різними станами економіки. Зокрема, якщо відбувається короткострокове відхилення системи від рівноваги, то швидкість повернення до рівноважного стану є змінною величиною – чим більше відхилення, тим більша швидкість, і навпаки. Типова векторна модель корекції помилки з гладким переходом має такий вигляд:

$$\Delta y_t = \mu_1 + A_1 B' y_{t-1} + \sum_{k=1}^{p-1} \Phi_k \Delta y_{t-k} + \left(\mu_2 + A_2 B' y_{t-1} + \sum_{k=1}^{p-1} \Psi_k \Delta y_{t-k} \right) G(\gamma, c, s_{t-d}) + \varepsilon_t, \quad (1.3)$$

де лінійна частина моделі $\mu_1 + A_1 B' y_{t-1} + \sum_{k=1}^{p-1} \Phi_k \Delta y_{t-k}$, що являє собою

векторну модель корекції помилки (1.2), доповнена нелінійним блоком, що є добутком лінійної моделі (з іншими параметрами) та вектора транзитних функцій $G(\gamma, c, s_{t-d})$;

γ вимірює швидкість транзиту від одного стану до іншого (фактично це швидкість зміни параметрів при рівняннях корекції помилки, тобто це прискорення);

c визначає границю, при відхиленні від якої нелінійна складова системи виходить зі стану рівноваги;

s_{t-d} – транзитна змінна з лагом d , у ролі якої найчастіше використовується рівняння корекції помилки.

Зазвичай використовуються транзитні функції двох видів: експоненціальна та логістична. Перша моделює симетричну швидкість повернення системи до рівноваги при негативних та позитивних відхиленнях і має таку форму:

$$G(\gamma, c, s_{t-d}) = 1 - e^{-\gamma(s_{t-d}-c)^2}. \quad (1.4)$$

Друга передбачає асиметричне повернення системи до рівноваги:

$$G(\gamma, c, s_{t-d}) = \frac{1}{1 + e^{-\gamma(s_{t-d}-c)}}. \quad (1.5)$$

Як і VAR моделі, моделі корекції помилки з гладким переходом мають скорочену (reduced) форму й, відповідно, слабкі мікроекономічні основи. У результаті, отримані висновки можуть бути спірними. Зокрема, для Боготського фондового ринку було виявлено присутність ненульової премії на акції (equity premium),

але її знак залежить від припущення щодо лінійності моделі. Ефект дії відсоткової ставки на фондовий ринок є економічно незначимим із довгим лагом. Автори пояснюють це тим, що біржові торговці не поспішають приймати рішення, коли з'являється монетарний шок; вони намагаються визначити, чи він є коротко- або довгостроковим, і тільки потім перебалансують свої портфелі цінних паперів, що починає впливати на ціни на активи та фондовий ринок у цілому [64].

VAR модель для економіки України на основі щомісячних даних було побудовано й українськими вченими, зокрема Є. Алімпієвим [65]. Для аналізу було відібрано шість ключових показників: ВВП, інфляція на основі ІСЦ, грошова маса M_0 , ставки за кредитами, офіційний валютний курс гривні до долара та видатки зведеного бюджету. На основі побудованої моделі було протестовано різні змінні на наявність причинно-наслідкового зв'язку за допомогою тесту Грейнджера. Результати показали, що значимий вплив на ВВП мають грошова база, обмінний курс та рівень бюджетних видатків. З другого боку, на рівень цін значимий вплив має тільки зміна відсоткової ставки за кредитами. Існує також зворотний вплив ВВП на ключові фактори, що впливають на нього самого. Побудовані функції відгуків показали, що реакція ВВП на зміни грошової бази, обмінного курсу та видатків має циклічну природу: рівень виробництва коливається навколо рівноважного або близького до нього значення із загасаючою амплітудою. Таку саму картину демонструє реакція інфляції на зміну відсоткової ставки. Крім того, існує суттєвий кореляційний зв'язок між інструментами фіскальної та монетарної політики, на підставі чого автор робить висновок про відсутність незалежної політики НБУ та її підпорядкування цілям податково-бюджетного регулювання.

Монетарна політика України сильно залежить від режиму валютного курсу, який постійно змінюється. Щоб врахувати такі зміни в макроекономічній моделі, застосовуються гібридні моделі VAR з можливістю переходу системи від одного режиму до іншого [66].

Отже, з простих моделей з одним рівнянням (наприклад, авторегресійні процеси) увагу науковців було перенесено до складніших моделей: VAR, VAR з обмеженнями, підхід з ланцюгами Маркова, що переключаються (також розрізняє в основному 2–4 стани,

перехід з одного в інший відбувається на основі процесів Маркова), закінчуючи вдосконаленими моделями корекції помилки з гладким переходом, які включають континуум (нескінченну кількість) режимів та плавний перехід між ними. Класифікацію моделей, що будуються згідно з методологією векторного авторегресійного моделювання та активно застосовуються для аналізу монетарних процесів, наведено на рис. 1.9.



Рис. 1.9. Класифікація векторних авторегресійних моделей
Джерело: авторська розробка

Більшість цих моделей побудовані на теоретичній основі, і в результаті вони не можуть пояснити внутрішню природу ролі фондового ринку в економіці країни (наприклад, який передавальний механізм від монетарного регулювання до реального сектору і навпаки). Більш того, спроба пояснення і тестування економічних зв'язків між змінними зазвичай проводиться в рамках часткової рівноваги, тобто кожен тип зв'язків пояснюється в рамках певної окремої теоретичної моделі. Для того щоб розв'язати ці проблеми, було запропоновано працювати в рамках теорії ДСЗР, яка базується на мікроекономічних основах, які потім агрегуються до макрорівня.

Протягом останніх трьох десятиліть були проведені інтенсивні дослідження щодо включення ціноутворення на активи в моделі бізнес-циклу. Початкові роботи були сфокусовані на поєднанні сучасних на той час досягнень у фінансах та моделей стохастичного росту. За допомогою цих прототипів моделей ДСЗР аналізувалися такі питання, як вплив фіскальної політики (податків, прогресивної

системи оподаткування), технологічних змін та споживання тощо на ціни на активи. Рівновага встановлювалась на основі парадигми раціональних очікувань Лукаса, де безпосередньо враховувалися раціональні очікування економічних агентів щодо майбутнього стану економічної системи. Розроблені моделі використовувалися для визначення зв'язків між очікуваними цінами на активи та іншими макроекономічними змінними [67; 68].

Пізніше було розроблено так звану виробничу модель оцінки капітальних активів, де замість споживання та корисності проводилось моделювання роботи компаній з певними виробничими функціями. Однією з цілей дослідження було прогнозування економічних змінних. Відкалібрувавши модель для економіки США (параметри моделі були визначені так, щоб вони максимально наближено характеризували економіку США), автор показав, що дохідність акцій (ціноутворення на активи) та інвестиційний дохід (у рамках бізнес-циклу, тобто циклічного розвитку економіки) повинні бути однакови. Крім того, вони виявилися сильно корельованими й прогнози на їхній основі є близькими за значеннями [69].

Існують й односекторальні моделі бізнес-циклу, що намагаються пояснити рух цін на активи, де фокус робиться на проблемі премії на акції. Так, модель із формуванням звичок та з акумулюванням капіталу зі змінними витратами може пояснити історичний рух цін на акції та безризикової відсоткової ставки [70].

Значного прогресу в таких дослідженнях було досягнуто з використанням багатосекторальних моделей, спрямованих на встановлення зв'язку між фондовим ринком та реальним бізнес-циклом [71; 72]. На основі визначення шоків, які впливають на бізнес-цикл, використовуючи історичну поведінку інвестиційних товарів та цін на фондових ринках економіки США, було зроблено такі головні висновки, пов'язані з ціноутворенням на активи: фондові котирування контрциклічні до інвестиційних шоків та загалом проциклічні через шоки з боку попиту. Недоліками цього дослідження є проблемне врахування ринку праці та невикористання другого моменту (дисперсії) цін на активи, що не зовсім добре розвинене в рамках моделі [71].

Точність моделювання було підвищено шляхом внесення двох головних змін у модель: моделювання схильності до споживання у функції корисності та те, що визначення компаніями оптимального

розміру капіталу та праці проводиться трохи раніше того періоду, коли вони будуть безпосередньо використовуватися (тобто існує ще певна невизначеність на ринку, коли приймаються рішення про залучення ресурсів на певний період часу). Серйозних покращень було досягнуто не тільки для блоку ціноутворення на активи, але й для інших елементів моделі бізнес-циклу. Існують дві головні проблеми, пов'язані з цим дослідженням. По-перше, ступінь кореляції між ростом споживання та дохідністю активів є більшим, ніж показують історичні дані. По-друге, для пояснення проблеми премії на акції технологія була модифікована таким чином, що домогосподарства були дещо обмежені в проведенні міжчасового згладжування споживання. Не враховано в моделі також такий інструмент, як запаси, які можуть використовуватися для переміщення споживання між різними періодами [72].

Багато досліджень намагаються розв'язати описані проблеми, зокрема, значна увага приділяється вивченню парадокса премії на облігації, тобто неможливості розроблених моделей ДСЗР генерувати достатньо велику та волатильну дохідність довготермінових облігацій, яка спостерігається на основі аналізу емпіричних даних. Результати дослідження дещо необнадійливі через неможливість врахувати за допомогою моделі, в яку включено схильність до споживання, часову премію на облігації [73].

Згодом було удосконалено відому модель Сметса та Воутерса [74], що показала точні результати моделювання економіки США, але ігнорувала, за великим рахунком, ринок цінних паперів. Ключовою зміною стало включення в модель фондового ринку. Припускається, що трейдери формують свої очікування щодо цін на акції та інші цінні папери на основі фундаментального аналізу із врахуванням історичного тренду цін. Історичний тренд полягає в тому, що якщо ціни за останні два минулі періоди зросли, то наступні котирування також характеризуватимуться ростом. Вплив зміни минулої ціни на теперішню є прямо пропорційним і окремо визначається в рамках моделі. З фундаментального погляду, ціна на активи позитивно залежить від майбутньої очікуваної ціни та майбутньої очікуваної рентної ставки на капітал і негативно від реальної відсоткової ставки та премії за ризик. Кінцева ціна на цінні папери є середньозваженою фундаментальної та трендової складових. Результати досліджень підкреслюють важливість включення

фондового ринку в загальну модель ДСЗР. Зокрема, як зазначають автори, по-перше, вага трендової складової значно перевищує вагу фундаментальної в загальній ціні і становить відповідно $2/3$ та $1/3$. По-друге, для порівняння удосконаленої моделі з класичною базовою було використано міру – фактор Байєса (поширена міра для порівняння моделей, що були оцінені за допомогою байєсівської економетрики). Міра граничної ймовірності, яка є альтернативою, дає можливість порівняти моделі, але не дозволяє визначити, наскільки значимою є різниця між моделями. Цю проблему вирішує фактор Байєса, який трансформується у статистику Каса та Рафтері як подвійний логарифм міри Байєса, й на основі прийнятої шкали вирішується, яка модель точніша [75]. Удосконалена модель краще описує поведінку макроекономічних змінних. По-третє, на основі оцінки моделі для двох часових періодів: 1966–1979 років та 1984–2009 років, який характеризувався зменшенням коливань економіки протягом бізнес-циклу, було помічено зростання важливості трендової складової котирувань. З другого боку, це можна також пояснювати тенденцією до формування фондових бульбашок [76].

Щодо економік, які розвиваються, розглянемо, наприклад, модель ДСЗР, розроблену для Чеської Республіки [77]. Для підвищення якості моделі було включено блок оцінки активів у задачу максимізації споживання репрезентативного домогосподарства. Фінансова позиція уряду включає облігації. У роботі не проведено жодних прямих тестів на оцінку якості моделі.

Існують різні типи макроекономічних моделей, починаючи від традиційних і закінчуючи еволюційним моделюванням [78]. Деякі дослідники серед різних класів виділяють динамічні стохастичні моделі загальної рівноваги та описують, з теоретичного погляду, класичні методи моделювання поведінки економічних агентів. Зокрема, для домогосподарств подається міжчасова функція корисності, яка оптимізується на основі бюджетного обмеження. Виробництво проміжних товарів проводиться на основі функції Коба – Дугласа, а репрезентативна фірма, що виробляє кінцеві товари та послуги, мінімізує функцію втрат. Також стверджується, що ціни та зарплати не є абсолютно гнучкими і змінюються тільки поступово на основі механізму Кальво [79].

Щодо досліджень, сфокусованих конкретно на монетарній (рідше фіскальній) політиці у рамках моделей ДСЗР, то значного

прогресу було досягнуто з часу появи однієї з перших публікацій у цьому напрямі – роботи Бернанке, Гертлера та Гілхріста, яка включала кредитний канал монетарної політики. Головною новизною дослідження було впровадження моделі «фінансового акселератора» (або «фінансового прискорювача») в модель ДСЗР. Ключовим результатом дослідження є те, що наявність кредитного раціонування (дефіцит кредитних ресурсів при заданій відсотковій ставці) на ринку через ефект асиметричної інформації значно посилює монетарні та інші реальні шоки, що впливають на економіку країни [80].

Гертлер, Гілхріст та Наталуччі розвинули цю роботу шляхом її удосконалення: модель було розширено із закритої економіки (США) до моделювання малої відкритої економіки (Південна Корея). Розроблену модель було застосовано для аналізу південнокорейської економіки в період азійської фінансової кризи 1997–1998 років. З допомогою впровадження моделі фінансового акселератора в класичну неокейнсіанську модель ДСЗР для малої відкритої економіки вдалося досить точно описати поведінку економічної системи. Зокрема, як показують розрахунки, докризове підтримання фіксованого, а не гнучкого валютного курсу значно посилило негативні тенденції під час самої кризи. Через кредитний канал передавалось близько 50 % загального падіння економіки країни. Крім того, було проведено оцінку втраченого багатства в розрізі валютних режимів. До кризи Південна Корея підтримувала фіксований валютний курс, а після кризи перейшла до гнучкого. У результаті такого «перехідного» режиму втрати економіки становили 16 % від довгострокового рівня споживання. Якщо би країна залишалася з фіксованим валютним курсом, то економіка зазнала б найбільше втрат – 21 % від споживання. Оптимальним варіантом, на думку авторів, була б підтримка гнучкого валютного курсу як протягом докризового періоду, так і під час та після кризи. Тоді економічні втрати були б найменшими – лише 12 % від довготермінового споживання [80; 81].

Використовуючи модель фінансових негнучкостей (відсоткова ставка не є достатньо гнучкою, щоб забезпечити рівність попиту та пропозиції на кредитні ресурси) Кійотаки та Мура, дослідники Ін'т Вельд, Ратто та Роєгер включили в класичну модель ДСЗР ринок житла [82; 83]. Функція корисності домогосподарств, крім класичних змінних (споживання, реальні грошові залишки тощо),

залежить і від отриманих житлових послуг. Автори також виділяють окремих виробників, що займаються будівництвом. Моделюється утворення бульбашки на ринку житла починаючи з 2001 року. Відхилення від фундаментальної ціни починає спадати в передкризовий період – з 2006 року, і через деякий час бульбашка лопнула, спровокувавши світову фінансову кризу 2007–2008 років.

Моделі ДСЗР з фінансовим акселератором через свою здатність досить точно описувати реальність стали популярними й застосовувалися для багатьох інших країн, що розвиваються, зокрема країн Центральної та Східної Європи.

Дімова на основі моделі для малої відкритої економіки провела аналіз впливу чотирьох шоків (ріст продуктивності виробництва товарів, що торгуються, зміна імпорتنих цін, зменшення міжнародної премії за ризик та ріст доступності кредитів) на економіки 10 східноєвропейських країн: Болгарії, Естонії, Латвії, Литви, Польщі, Румунії, Словенії, Словаччини, Угорщини, Чеської Республіки, що стали членами Європейського Союзу протягом 2004–2007 років. Оскільки процес інтеграції передбачає значну лібералізацію фінансових ринків, то для моделювання такого перехідного періоду, коли одні суб'єкти (домогосподарства) матимуть доступ до фінансових ринків Євросоюзу, а інші – ні, використовувалась модель фінансового акселератора на ринку житла. Модель було відкалібровано на основі усереднених даних по 10 країнах, що досліджуються. Результати показують, що технологічні інновації у виробництві торгових товарів спричинили прискорення споживчого буму, який, крім того, був підсилений через механізм фінансового акселератора. Аналогічний вплив має падіння імпорتنих цін з відповідним ростом рівня загального добробуту. Цікаво, що такий шок не призвів до росту негативного сальдо зовнішнього балансу, оскільки споживачі, які не мали доступу до фінансових ринків Євросоюзу, фінансували свої зростаючі витрати не за рахунок зовнішніх запозичень, а за допомогою власного доходу. З другого боку, падіння премії за ризик збільшило іноземне кредитування, що погіршувало сальдо зовнішнього балансу. Знову ж таки, описані тенденції були посилені присутністю фінансового акселератора. Ріст доступності кредитів (можливість отримати домогосподарством більшу суму кредиту з незмінною вартістю застави), як і очікувалося, підвищив рівень споживання та розмір

ВВП. Таким чином, перехідні економіки поведуться інакше, ніж ті, що перебувають у стабільнішому стані. Фінансовий акселератор у нестабільних умовах відіграє важливу роль, оскільки він допомагає точніше описати перехідний стан, коли існують негнучкості у фінансовому секторі. Це, своєю чергою, значно ускладнює можливість стабілізації економіки за допомогою інструментів економічної політики [84].

Дуже схоже дослідження з аналізом впливу шоків на зовнішній баланс та інші макроекономічні змінні було проведено для країн Балтії за період 1995–2007 років [85]. Припускалося, що уряд здійснюватиме активну фіскальну політику, а монетарна політика була відсутня через підтримку в країнах фіксованого валютного курсу. Результати дослідження показали, що, по-перше, позитивний технологічний шок, зменшення премії за ризик та підвищення доступу до кредитів мають значний вплив на зовнішній баланс та загальну макроекономічну ситуацію в регіоні. По-друге, формування зовнішнього балансу зазнає значного впливу від факторів, які можуть різко змінювати свою дію. Це, зокрема, очікування розвитку майбутньої економічної ситуації та доступність кредитів. Можлива швидка зміна цих чинників (наприклад, спричинена негативними новинами на світових ринках) потребуватиме відповідного коригування і зовнішнього балансу, що, своєю чергою, призводитиме до змін у реальному секторі. Загалом це підвищуватиме чутливість економік до негативних як міжнародних, так і внутрішніх факторів та сприятиме економічній дестабілізації.

Цікава дискусія відбувається між двома інтелектуальними групами: Бернанке та Гертлером, з одного боку, та Чекетті та іншими – з другого [86–90]. Ключовим питанням дискусії є необхідність монетарної інтервенції для регулювання фондового ринку. Перша група стверджує, що гнучке інфляційне таргетування допомагає досягти як макроекономічної, так і фінансової стабільності без прямої реакції на зміни фондового ринку. Якщо центральний банк неухильно дотримується таргетування очікуваної інфляції, то немає потреби застосовувати інструменти монетарної політики в разі значних флуктуацій на фондовому ринку, крім випадку, якщо коливання ринку цінних паперів дозволяють прогнозувати інфляційний чи дефляційний тиск. У їхніх моделях екзогенна бульбашка піддає ризику цілу економіку: очікувана корекція (падіння) котирувань

негативно впливає на сукупний попит та призводить до загально-економічної стагнації. Але вона також призведе до зміни реальної та очікуваної інфляції, що буде приводом для застосування інструментів монетарної політики. Як видно, Бернанке та Гертлер, навіть виступаючи проти застосування монетарної політики, визнають, що вона все-таки реагує, але непрямо, на зміни у фондовій бульбашці [86; 87].

З другого боку, Чекетті та інші підтримують ідею щодо вдосконалення правила Тейлора з допомогою блоку ціноутворення на активи. Тобто вони стверджують, що центральні банки повинні прямо реагувати на флуктуації на фондових ринках. Практичною причиною цього є множина негативних подій, які трапились протягом дотком кризи (аналіз також, за великим рахунком, релевантний і для фінансово-економічної кризи 2008–2010 років). Пенсійні фонди, які показували високу дохідність протягом 90-х, стали значно недофінансованими після обвалу на ринках цінних паперів. Страхові компанії зіштовхнулися з проблемою ліквідності. Урядовий бюджет спочатку отримував значні надходження від податків на капітальні доходи через високу дохідність акцій і, як наслідок, було збільшено видатки та зменшено податкове навантаження в інших сферах. Після кризи доходи значно впали, а політична ситуація в США не дозволяла підвищити податки для компенсації падіння надходжень від оподаткування капітальних прибутків. У результаті, перед бюджетом постали серйозні фінансові проблеми. Представники цієї групи суворо рекомендують центральним банкам при виявленні фондової бульбашки реагувати за допомогою зміни відсоткової ставки. Крім того, опоненти стверджують, що для монетарного регулятора буде важко визначити наявність чи відсутність фондової бульбашки, але Чекетті та інші приводять контраргумент і заявляють, що якщо щось не може бути точно вимірним, то воно не повинно ігноруватись. Крім того, виявляється, що точність виявлення бульбашки співмірна з точністю передбачення потенційного ВВП, який широко й вже протягом довгого часу використовується для макроекономічного аналізу [90].

На основі цієї дискусії з'явилася ціла низка досліджень, які акцентують увагу на реакції економічної політики (в більшості випадків монетарної, а не фіскальної) на зміни на фондових та пов'язаних з ними ринках.

Так, Гілхріст і Лехі, Файа та Монацеллі та Гілхріст і Сайто провели оцінку ефективності реакції монетарної політики на ціни на активи для американської економіки. Ядром кожної з моделей була стандартна неокейнсіанська модель загальної рівноваги з включеним фінансовим акселератором. Гілхріст і Лехі розглядали вплив на економіку двох типів шоків: зміни майбутніх очікувань економічних агентів (домогосподарств) та шок зміни чистої вартості активів. Економічні очікування змінювалися внаслідок наявності технологічних шоків з різною структурою: звичайний шок, який викликав очікування позитивних змін в економіці, та позитивний шок, за яким слідує негативний, що моделює ситуацію, коли очікування домогосподарств не справджуються. Щодо монетарної політики, то припускалось, що, крім стандартних змінних (відсоткової ставки, інфляції), вона може реагувати на ціни на активи та на чисту вартість активів. Файа та Монацеллі при формуванні параметрів функції реагування монетарної політики провели аналіз декількох її специфікацій і на основі оцінки рівня добробуту суспільства, якого можна досягти при застосуванні кожного з правил, проранжували запропоновані альтернативи. Також слід зазначити, що було розглянуто варіанти з реагуванням на ринкову премію за ризик. Гілхріст і Сайто розглянули три специфікації монетарного правила щодо цін на активи: реакція власне на ціну, реакція на ріст цін (дохідність) та реакція на відхилення від довгострокового потенційного значення – та порівняли їх на основі квадратичної функції аналізу втрат. Загальний висновок полягає в тому, що жодна з моделей не продемонструвала переконливих аргументів щодо включення цін на активи до монетарного правила. Цей результат був також підтверджений Павасусіпаісітом, який розглянув і порівняв стандартні правила монетарної політики з більшістю описаних вище [91–94].

На противагу екзогенним фінансовим бульбашкам, що проаналізовані раніше (Бернанке та Гертлер тощо), розглядались також моделі з ендегенними бульбашками. Гвілім запропонував включити в стандартну макромодель поведінкову фондову бульбашку, яка формуватиметься на основі нерациональних очікувань. Торговці цінними паперами прогнозують ціни, базуючись на евристичних (пізнаваних на практиці) правилах, застосовуючи не тільки фундаментальний, а й технічний аналіз. Для прогнозування використовуватиметься те правило, яке принесло найбільшу дохідність

для торговця за певний минулий період часу. У результаті, частина гравців на ринку використовуватиме методи технічного аналізу, а інші – фундаментального. Також агенти можуть змінювати свої правила прогнозування. Середньоринкова ціна на активи встановлюватиметься як середньозважена в розрізі двох груп. Монетарне правило включало реакцію на відношення цін на активи до їх фундаментальних значень. Результати доводять відсутність необхідності центрального банку реагувати на ціни на активи. Важливою проблемою для реакції монетарної політики є аналіз взаємодії поведінкової бульбашки з макроекономічними показниками. Відсутність чіткого розуміння цієї взаємодії позбавляє можливості отримати з прийнятною точністю прогноз результатів монетарної інтервенції. Як зазначає автор, ця модель має низку недоліків. По-перше, відсутній механізм фінансового акселератора, який би посилював різні економічні ефекти. По-друге, не враховано можливу зміну поведінки економічних агентів як реакцію на застосування інструментів монетарної політики [86; 95].

Крім монетарної реакції на загальні ціни на активи, вчені часто розглядають варіанти включення в правило ціни на житло. Значною мірою це пов'язано з фінансово-економічною кризою 2007–2008 років, яка була спровокована на ринку іпотеки нижчого класу (subprime mortgage) в США. Наприклад, Яковелло запропонував модель ДСЗР, де важливу роль відіграють саме ціни на нерухомість. Домогосподарства розглядають житло як цінний актив і включають його до свого споживчого кошика. Домогосподарства поділяються на дві групи: терплячі, які мають схильність відкладати споживання на майбутні періоди, та нетерплячі, які віддають перевагу теперішньому споживанню. Підприємці-виробники також використовують нерухомість як капітал у своїй виробничій функції. Автор також включив негнучкість на ринку житла, коли будівництво та освоєння інвестицій проходять не миттєво, а поетапно. Щодо монетарної політики, то було проаналізовано можливість реакції відсоткової ставки на ціни на житло. Результати дослідження показують, що таке монетарне правило не дає значимого виграшу для економіки країни [96].

Ціла група досліджень підтримує аргументи Чекетті та інших щодо ефективності реакції монетарної політики на ціни на активи. Для аналізу економіки США було зроблено припущення, що центральний банк не обов'язково неухильно дотримується встановленого

монетарного правила. Це правило може змінюватися, і оскільки економічні агенти поведуться раціонально, то можлива зміна правила враховується в майбутніх очікуваннях. Саме врахування ефекту очікувань удосконалює класичну модель ДСЗР. Монетарна політика може перебувати у двох режимах: агресивному (яструбиному), коли відсоткова ставка сильно реагує на зміни інфляції; та акомодативному (голубиному), який передбачає порівняно помірну реакцію центрального банку на макрозмінні (наприклад, на зміни інфляції). Математична модель, яка описує таку зміну реакції монетарної політики, представлена моделлю перемикача Маркова, тобто існує двовірна матриця параметрів, які визначають імовірність переходу від одного стану до іншого протягом двох послідовних часових періодів. У кожному періоді центральний банк реагує на зміни цін на активи. Результати такого аналізу прямо протилежні до тих, які ґрунтуються на лінійності правила монетарної політики, наприклад, отримані Бернанке та Гертлером [86]. По-перше, включення в модель ДСЗР перемикача монетарної політики з можливістю реакції на ціни на активи дозволяє регулятору значно впливати на процеси на фондовому ринку. По-друге, стабілізаційний ефект монетарної політики значно зростає. По-третє, так звана межа можливостей кривої Тейлора, яка являє собою вибір між стабілізацією ВВП або інфляції, зміщується таким чином, що можна досягнути одночасно ще більшого зменшення волатильності цих двох показників. По-четверте, включення цін на активи в монетарне правило зменшує значення функції втрат (тобто допомагає більше згладити економічні коливання), тоді як застосування лінійного правила (без перемикача) підвищуватиме її [88–90; 94; 97].

Проаналізуємо альтернативний варіант, який є дуже поширеним, де монетарний регулятор встановлює правило регулювання раз і назавжди, постійно дотримуючись його. Саме монетарне правило виводиться із задачі мінімізації функції втрат, які вимірюються як зважена сума волатильності інфляції, ВВП та відсоткової ставки. При цьому в цій задачі існує обмеження – ціла модель (усі рівняння) ДСЗР без правила монетарної політики. Розв'язком є оптимальна функція монетарної політики, до якої на наступному етапі можна додати реакцію на ціни на активи таким чином, що незалежно від обраного рівня реакції на активи монетарна функція завжди матиме оптимальну функціональну форму. У такому випадку, насправді,

не існуватиме причинно-наслідкового зв'язку між монетарною політикою та цінами на активи. З практичного погляду, ця ситуація може виникнути тільки тоді, коли центральний банк володіє всією інформацією щодо стану економіки країни: він знає форму обмеження (модель ДСЗР без монетарного правила) і на основі оптимізації може знайти описане вище оптимальне правило. Зовсім інша ситуація спостерігатиметься у більш реалістичному випадку, коли економічні гравці не мають доступу до всієї ринкової ситуації на певний момент часу. Щодо активів, то припускається, що центральний банк не може знати фундаментальні ціни на них, доступні тільки реальні котирування, які можуть відрізнятися від фундаментальних через утворення фондових бульбашок або через наявність інших шоків та відхилень. У цьому випадку ефективне монетарне правило вже повинно включати ціни на активи, реагування на які зменшуватиме дестабілізацію економіки. Ціни на активи відіграватимуть роль сигналу для центрального банку, який в умовах наявності неповної інформації вказуватиме регулятору на можливі зміни в економіці. Але вигода, яку можна отримати від реакції на ціни на активи, значно залежатиме від розуміння природи різниці між фундаментальними та реальними показниками фондового ринку [94].

Джорджіо та Ністіко використовують модель відкритої економіки для аналізу ефективності монетарної політики та необхідності реагування на ціни на активи [98]. Моделі відкритої економіки є актуальними в сучасному глобалізованому світі. Автори припускають, що саме іноземний сектор має вирішальний вплив на ціноутворення на фондовому ринку (є фінансово домінуючим). Домогосподарства цієї держави використовують облігації та акції для міжчасового управління своїм споживанням. Також однією з особливостей моделі є застосування методики перехресних генерацій, яка описує процес народження та смерті членів суспільства, моделюючи заміну старої генерації новою. Головним висновком дослідження є рекомендація для країн з відкритою економікою удосконалити правило монетарної політики шляхом включення в нього цін на активи. Щодо країн із закритою економікою – рекомендація зовсім протилежна.

Мерола також вивчає малу відкриту економіку та можливість реакції правил монетарної політики на різні фінансові показники. Крім того, в модель включено ефект доларизації зобов'язань.

Об'єктами, на які реагує відсоткова ставка, є премія за ризик (на основі дохідності активів) та валютний курс [99].

Як видно з усіх попередніх результатів, при аналізі взаємозв'язку між фондовим ринком та реальним сектором ключову роль відіграє монетарна, а не фіскальна політика. Але враховуючи те, що масштабна фінансово-економічна криза вимагала і вимагає й донині від економічної політики країн застосування різних стимулюючих заходів, фіскальна політика набирає обертів як у розвинених країнах, так і в країнах, що розвиваються. Наприклад, відкалібрована модель для економіки Південної Африки показала, що наявність у правилі Тейлора реакції на ціни на активи є ефективною для згладжування фінансових шоків, але така реакція буде негативно впливати на згладжування монетарних шоків та шоків попиту. Щодо фіскальної політики, то її вплив на механізм фінансового акселератора є порівняно слабким. Вплив на вартість чистих активів та премію за ризик має правильний очікуваний напрям (позитивний зв'язок), хоча, знову ж таки, він досить незначний [100].

Висновки до розділу 1

Таким чином, у результаті проведеного теоретико-методологічного аналізу та опису підходів до моделювання монетарних процесів в умовах високої волатильності на фондовому ринку можна зробити такі висновки:

1. Стабільний розвиток економіки є важливою передумовою досягнення основних стратегічних цілей країни, спрямованих на підвищення добробуту народу та задоволення як первинних, так і вторинних потреб громадян. Чільне місце в підвищенні темпів економічного зростання посідає фондовий ринок, головною функцією якого є ефективне залучення інвестицій. Фондовий ринок є одним з найважливіших факторів, що впливає на коливання економічної системи, оскільки, окрім класичної ролі пошуку довгострокових ресурсів, виконує також й інші функції, зокрема сприяє мобілізації незалучених банківською системою заощаджень домогосподарств; дозволяє зменшити нерівність, розподіляючи багатство в суспільстві; сприяє кращому контролю за діяльністю підприємств

та поширенню прозорості тощо. Загалом, фондовий ринок виступає барометром економіки країни, оскільки якщо господарство держави та бізнес стабільно зростають, то спостерігатиметься і зростання котирувань на біржах. Більш того, фондові індекси є своєрідним попереджувальним індикатором, який відображає очікування щодо розвитку економіки держави.

2. Особливим феноменом біржової торгівлі є фондова бульбашка, яка розуміється як значиме систематичне відхилення спекулятивної ціни фондового індексу, що описує певний ринок, від його справедливого значення, що ґрунтується на фундаментальних показниках компаній, які входять до індексного кошика. При цьому можна виокремити чотири основні групи різних типів бульбашок. До першої належать бульбашки, які утворюються за умови раціональної поведінки інвесторів та симетричної інформації. Така бульбашка розвивається вибухово. У другому випадку інвестори також є раціональними, але вони володіють асиметричною інформацією. Третя група бульбашок виникає тоді, коли через обмеження арбітражу раціональні інвестори не можуть скористатися вигодами на ринку, що утворюються в результаті торгівлі інших інвесторів. До останньої групи бульбашок можна віднести ті, що виникають, коли інвестори мають різні погляди щодо значення фундаментальної ціни через певні психологічні нераціональності, що й провокує появу значних відхилень між спекулятивними та фундаментальними цінами.

3. Процес утворення та розвитку бульбашки є багатоетапним. Перша стадія характеризується впровадженням нових технологій, виведенням на ринок нових товарів, відкриттям нових ринків, значними політичними змінами, які є передумовою високих доходів. На наступному етапі ці процеси підтримуються ростом кредитування. У результаті, зростають ейфорія та впевненість інвесторів у швидкому рості доходів. Багато домогосподарств та компаній часто бездумно позбавляються більш ліквідних активів (наприклад, готівки), масово скуповуючи акції, облігації та інші цінні папери. Багато економічних агентів для збільшення доходності залучають кредитні ресурси. У результаті, ринок перестає рости, і тоді інвестори з великим кредитним плечем стають вразливими щодо повернення позик. Неплатоспроможність набуває масового характеру, і бульбашка починає здуватися. Серед інвесторів

поширюються панічні настрої, компанії масово банкрутують. На фінальному етапі продуктивні активи переходять від «проблемних» інвесторів до фінансово могутніших. Цикл закінчується, і можуть утворюватися чергові бульбашки.

4. Зниження флуктуацій фондового ринку є однією з підвалин досягнення макроекономічної стабільності. Аналіз основних каналів впливу фондового ринку (багатства, балансу) на формування економічної та монетарної політики держави, а також зворотного впливу монетарного регулятора на поведінку фондового ринку підтверджує наявність значимого потенційного зв'язку між цими двома економічними інститутами.

5. Проведений теоретико-методологічний, статистичний, емпіричний та історичний аналіз засвідчив, що фондовий ринок відіграє значну роль у розвитку економіки України. Тому природним є питання про можливість впливу на нього з використанням інструментів монетарної політики, зокрема облікової ставки, яка встановлюється Національним банком України. Ґрунтуючись на класичній гіпотезі про нейтральність грошей, можна припустити, що монетарна політика впливатиме на фондовий ринок більшою мірою в короткостроковому періоді часу, а не в довгостроковому. Найпростіші пояснення зв'язку між монетарною політикою та цінами на активи передбачають, що монетарний регулятор може впливати на рівень ліквідності на фондовому ринку. Зміна ліквідності змушує домогосподарства та компанії, які тримають портфелі цінних паперів, переглянути їхню структуру. У результаті, попит на певні активи зростає, а на інші спадає, викликаючи зміни котирувань. Іншим каналом впливу є регулювання відсоткових ставок, які визначатимуть вартість капіталу для компаній і, зрештою, спричинятимуть зміну розміру дивідендів та прибутковості бізнесу. Для недопущення такої ситуації рекомендується використовувати оптимальні правила, які дозволяють досягнути помірковано низької інфляції та здатні запобігти виникненню фондових бульбашок і нестабільності на ринках цінних паперів.

6. Концепція оптимальної монетарної політики є складною категорією, яка включає такі елементи, як визначення коротко- та довгострокових цілей, вибір інструментів монетарного регулювання, визначення найбільш ефективних каналів впливу. Оптимальна політика має ґрунтуватися на оптимізації певного критерію, зазвичай

це мінімізація економічних коливань та відхилень від стабільного розвитку або максимізація добробуту споживачів, яка також тісно пов'язана з досягненням макроекономічної стабільності (мінімізація коливань споживання).

7. Проведений аналіз основних підходів до моделювання монетарних процесів в умовах високої волатильності на фондовому ринку показав, що, незважаючи на значний розвиток макроекономічного моделювання, більшість класичних моделей характеризується слабким врахуванням потенційного впливу фінансового сектору на реальну економіку, зокрема, це стосується й моделей динамічної стохастичної загальної рівноваги (ДСЗР), які є одним із поширених інструментів аналізу поведінки макроекономічної системи, що ґрунтується на мікроекономічних принципах. Недостатньо розробленим і дискусійним є й питання взаємодії та одночасного впливу на економіку монетарної та фіскальної політик, зокрема, значною мірою відкритою залишається проблема необхідності реакції монетарного регулятора на утворення – лопання фондової бульбашки. Потребують подальшого дослідження і питання аналізу та оцінки взаємозв'язку між ціноутворенням на активи (котируваннями на акції) та реальним сектором економіки, а також визначення ефективних інструментів впливу на фондовий ринок з метою підвищення позитивного ефекту останнього на реальний сектор економіки, для їхнього вирішення потрібні нові підходи, зокрема удосконалення макроеконометричних моделей шляхом поєднання реальних показників з ціновими, включаючи ціни на активи на фондовому ринку.

8. Проведений порівняльний аналіз теоретичних і практичних досліджень існуючих моделей (VAR моделі, моделі ДСЗР) показує, що теоретичні моделі всебічно не пояснюють наявні проблеми в ціноутворенні на активи, фокусуючись на вузьких, часто специфічних особливостях, як-от на парадоксі премії на облігації, ціноутворенні на активи та монетарній політиці, премії на акції тощо. Це може означати, що здатність розв'язати одну множину проблем погіршуватиме інші ще більше. Крім того, відсутність аналізу невиключених проблем не дозволяє визначити, наявні чи відсутні вони в певному дослідженні. По-друге, досить мало робіт присвячено ринкам, що розвиваються, де структура економічної системи значно відрізняється від структури розвинених економік. По-третє,

оцінка моделей у більшості випадків проводиться за допомогою калібрації чи інших небайєсівських підходів, тоді як нещодавні роботи з оцінки моделей ДСЗР представлені здебільшого байєсівською економетрикою, яка забезпечує кращу оцінку реальної ситуації. По-четверте, практично відсутні моделі ДСЗР з фінансовим акселератором для малої відкритої економіки, які б включали механізм фондової бульбашки. Це є значним недоліком в умовах поширення процесів глобалізації та інтеграції економік, включаючи економіку України, а також в умовах посилення ролі фінансового сектору.

9. Актуальним та науково значимим завданням залишається теоретичне обґрунтування та емпіричне визначення ефективних інструментів прямого реагування Національного банку України на коливання на фондовому ринку для досягнення економічної стабільності та зменшення або попередження негативних наслідків фондових бульбашок для економіки України за допомогою розробки та реалізації розширених макроекономічних моделей з урахуванням рівнянь, які описують поведінку фондового ринку. Розробка та оцінювання на реальній інформації цього класу макроекономічних моделей дозволить не тільки кількісно виміряти вплив флуктуацій фондового ринку на реальний сектор економіки, а й своєчасно скоригувати заходи монетарної політики держави для забезпечення фінансової стабільності.

10. Для розв'язання цих проблем треба на основі існуючих моделей ДСЗР, які описують закриті економіки з фондовою бульбашкою, та моделей ДСЗР, які описують малі відкриті економіки без фондової бульбашки, розробити модель ДСЗР для малої відкритої економіки з фондовою бульбашкою та фінансовим акселератором, яку потрібно оцінити й проаналізувати із застосуванням байєсівської економетрики на основі даних для економіки України. На підставі отриманих результатів реалізації моделі можна буде зробити висновок про оптимальне монетарне правило щодо реагування на зміни на фондовому ринку.

Основні результати розділу опубліковано в наукових працях авторів [101; 102].

РОЗДІЛ 2

МОДЕЛЮВАННЯ МОНЕТАРНИХ ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ ДИНАМІЧНОЇ СТОХАСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЗАГАЛЬНОЇ РІВНОВАГИ ІЗ ВРАХУВАННЯМ ЗБУРЕНЬ НА ФОНДОВОМУ РИНКУ

2.1. Побудова динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги із врахуванням механізму можливого відтворення фінансових криз

Проведений у попередньому розділі аналіз підтвердив актуальність та необхідність розробки авторської динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для аналізу взаємозв'язку фондового ринку та реальної економіки і дослідження оптимальних правил монетарної політики. Побудова такої моделі для української економіки складається з трьох основних етапів, які схематично відображено на рис. 2.1.

На першому етапі розробляється модель ДСЗР для малої відкритої економіки. Головними відмінностями цієї макроекономічної моделі від більш поширених моделей для великої закритої економіки (останні часто використовуються для опису економіки США та інших країн з великим розміром ВВП) є дві особливості. По-перше, країна має можливість здійснювати зовнішньоекономічні операції, зокрема, експорт та імпорт товарів і послуг, а також відбувається міжнародний рух капіталів, тобто припускається, що домогосподарства мають вихід як до вітчизняних, так і до іноземних кредитних ресурсів. По-друге, економічна система країни як мала за розміром ВВП економіка сильно залежить від кон'юнктури на зовнішніх ринках. Зокрема, вітчизняна відсоткова ставка сильно корелює зі світовою, а рівень цін на світових

ринках впливає на ціноутворення в Україні. ВВП та розмір експорту товарів та послуг значно залежать від умов торгівлі [103].



Рис. 2.1. Узагальнена блок-схема етапів побудови динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги
Джерело: авторська розробка

На другому етапі модель ускладнюється шляхом включення до класичної моделі ДСЗР для малої відкритої економіки механізму фінансового акселератора. Його ідея полягає у введенні до економічної системи фінансових негнучкостей (тобто, з технічного погляду, відбувається введення нових та модифікація існуючих рівнянь), коли підприємства не можуть отримати кредити за ринковими відсотковими ставками через наявність на ринку нечесних позичальників та надмірно високі витрати на моніторинг використання кредитних ресурсів.

На третьому етапі додається модель фондового ринку у вигляді рівняння екзогенної фондової бульбашки, коли в результаті дії певних зовнішніх (екзогенних) шоків, наприклад, корекції на світових фондових ринках, відбувається відхилення фундаментальної ціни від спекулятивної (реальної) ціни на біржі та починає утворюватися позитивна чи негативна бульбашка, яка має вплив на реальний сектор економіки.

На першому етапі побудуємо модель економіки, що базуватиметься на підходах, запропонованих Гертлером, Гілхрістом та Наталуччі,

без фінансового акселератора з певними модифікаціями та складається з внутрішнього та зовнішнього секторів. Як показано на рис. 2.2, внутрішній сектор, за припущенням, включає такі головні елементи, як домогосподарства, які споживають товари та виступають джерелом робочої сили на підприємствах; підприємства, що виробляють напівфабрикати чи товари, що ще не готові для кінцевого споживання (оптові продажі), використовуючи виробничі потужності та винаймаючи працівників; підприємства роздрібної торгівлі, які готують товари, закуплені в підприємств-виробників, для наступних продажів споживачам (роздрібні продажі); виробники капіталу, які постачають капітал підприємствам-виробникам; уряд та Національний банк України (НБУ), який відповідальний за проведення монетарної політики [81; 104; 105].

Зовнішній сектор, за припущенням, представлений рештою світу, тобто всіма державами світу, крім України, з якими остання взаємодіє або може взаємодіяти (експорт та імпорт товарів, послуг і капіталів).



Рис. 2.2. Структура динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги

Джерело: авторська розробка

Модель включає також ринкові неефективності (наприклад, негнучкість цін у формі удосконаленої неокейнсіанської кривої Філіпса) та допускає вплив шоків (через додавання до певних рівнянь випадкової нормально розподіленої величини, яка моделює шок) на економіку. Більшість елементів моделі спочатку аналізуються

з позиції мікроекономіки, а після того вони агрегуються до макрорівня. Припускається, що система еволюціонує і зрештою досягає рівноважного (стаціонарного) стану, змінити який на певний період часу можуть тимчасові шоки (інколи шоки, які призводять до змін рівноважного стану в довгостроковому періоді). Шоки можуть мати різну природу: бути внутрішніми та зовнішніми. Наприклад, проведення технологічних реформ в Україні може виступати внутрішнім позитивним шоком для виробничої функції, адже збільшення продуктивності праці сприятиме зростанню виробництва та добробуту народу. До другої групи шоків можна віднести, наприклад, миттєве подорожчання кредитних ресурсів на зовнішніх ринках чи прискорення світової інфляції.

Поведінка домогосподарств. Домогосподарства є ключовим елементом будь-якої економічної системи. В Україні існує близько 17 мільйонів домогосподарств, які є кінцевими споживачами багатьох товарів та послуг. Домогосподарства споживають торгові товари та послуги (tradeable goods), які виробляються в Україні та за кордоном. Припускається, що кожне домогосподарство максимізує свою міжчасову корисність на нескінченному проміжку часу, яка позитивно залежить від кількості спожитих товарів та послуг і наявності грошей та негативно залежить від величини витраченого робочого часу:

$$\max_{\left\{C_{t+i}, \frac{M_{t+i}}{P_{t+i}}, H_{t+i}\right\}_{i=0}^{\infty}} E_t \sum_{i=0}^{\infty} sh_t^{pref} \beta^i \left(\ln(C_{t+i} - bC_{t+i-1}) + \xi sh_t^{md} \ln\left(\frac{M_{t+i}}{P_{t+i}}\right) + \varrho \ln(1 - H_{t+i}) \right), \quad (2.1)$$

де β — коефіцієнт дисконтування;

C_{t+i} — грошовий еквівалент спожитих товарів та послуг, що вироблені в Україні та за кордоном протягом періоду $t+i$;

$\frac{M_{t+i}}{P_{t+i}}$ — кількість грошей, зважена на рівень цін, тобто реальний баланс грошей, що був у наявності протягом періоду $t+i$;

H_{t+i} — кількість відпрацьованого часу домогосподарством;

E_t — оператор математичного сподівання, що відображає очікування домогосподарств із врахуванням усієї доступної інформації на період часу t ;

sh_t^{pref} – шок зміни міжчасових уподобань домогосподарств (наприклад, домогосподарства почали віддавати перевагу майбутньому споживанню, тобто стали дисциплінованішими щодо заощаджень унаслідок зміни психології в суспільстві та демократичних перетворень, де кожен член ефективніше контролює свої уподобання),

$$\ln(sh_t^{pref}) = \rho_{pref} \ln(sh_{t-1}^{pref}) + \varepsilon_t^{pref}, \quad \rho_{pref} \in (0,1);$$

sh_t^{md} – шок попиту на гроші (наприклад, зростання попиту на реальні грошові залишки внаслідок паніки на фондових та фінансових ринках), $\ln(sh_t^{md}) = \rho_{md} \ln(sh_{t-1}^{md}) + \varepsilon_t^{md}, \quad \rho_{md} \in (0,1);$

$$\ln(sh_t^{md}) = \rho_{md} \ln(sh_{t-1}^{md}) + \varepsilon_t^{md}, \quad \rho_{md} \in (0,1);$$

ξ, ϱ – параметри, що відображають еластичність;

b – параметр, що описує схильність (звичку) домогосподарства до споживання.

У літературі по моделях ДСЗР прийнято вважати, що введення механізму формування звичок дозволяє пояснити деякі парадокси фінансового ринку (наприклад, парадокс премії на акції) та генерує помірнішу реакцію економіки на шоки. Парадокс премії на акції полягає в тому, що в реальності із врахуванням ризикованості (вимірної стандартним відхиленням) дохідність облігацій є меншою, ніж дохідність акції, і таку ситуацію важко змодельовати в рамках моделі ДСЗР. Помірніша реакція економіки на шоки означає, що коливання макрозмінних унаслідок дії шоків будуть меншими, коли у функції корисності домогосподарства присутній механізм формування звичок. Це зумовлено тим, що домогосподарства через свою схильність до споживання менше змінюватимуть свою поведінку, реагуючи на збурення. З економічного погляду, за наявності механізму виникнення звичок, чим більше товарів та послуг споживає домогосподарство сьогодні, тим менша в нього гранична схильність до споживання цього періоду, але більша наступного. Простіше кажучи, чим більше домогосподарство споживає сьогодні, тим «голодніше» воно буде завтра, тобто виникає звичка (схильність) споживати все більше і більше. Максимізація міжчасової функції корисності ґрунтується на припущенні, що домогосподарства є раціональними, мають достатньо інформації про майбутні періоди. Оскільки коефіцієнт дисконтування менший за одиницю, то, за інших рівних умов, домогосподарство намагатиметься більше

споживати товарів і послуг сьогодні, також тримати більше реальних грошових залишків та менше працювати в теперішньому періоді часу, ніж у майбутніх. Описані шоки моделюються як авторегресійні рівняння першого порядку, чим більші коефіцієнти перед лаговою змінною, тим довше діятиме шок на економіку країни.

Припускається, що загальний грошовий еквівалент спожитих товарів та послуг, C_t , є індексом, що агрегує вироблені в Україні та за кордоном торгові товари й послуги таким чином:

$$C_t = \left(\gamma i^{\frac{1}{\rho\theta}} C_t^H{}^{\frac{\rho\theta-1}{\rho\theta}} + (1-\gamma i)^{\frac{1}{\rho\theta}} C_t^F{}^{\frac{\rho\theta-1}{\rho\theta}} \right)^{\frac{\rho\theta}{\rho\theta-1}}, \quad (2.2)$$

де C_t^H – торгові товари та послуги, вироблені в Україні;

C_t^F – торгові товари та послуги, вироблені за кордоном (імпорт);

γi та $\rho\theta$ – параметри, які визначають уподобання домогосподарств щодо вітчизняних і закордонних товарів та послуг.

Функціональну форму індексу споживання можна представити функцією з постійною еластичністю заміщення. γi показує частку певного виду споживання в сукупному споживанні, $\rho\theta$ – еластичність заміщення, t – період часу. Чим більша ця еластичність (прямує до нескінченності), тим більш комплементарними є товари (тобто домогосподарство віддає перевагу споживанню вітчизняних та закордонних товарів у певній пропорції). Чим ближча еластичність до нуля, тим більшими субститутами є товари (тобто домогосподарство віддає перевагу або тільки вітчизняним, або тільки іноземним товарам).

У період часу t домогосподарство оптимізує свій план споживання на всі майбутні періоди, враховуючи кожного періоду таке бюджетне обмеження:

$$C_t \leq \frac{W_t}{P_t} H_t - \frac{T_t}{P_t} + PD_t + \frac{M_{t-1} - M_t}{P_t} - \frac{B_{t+1} - R_{t-1} B_t}{P_t} - S_t \frac{B_{t+1}^* - \Psi i_{t-1} R_{t-1}^* B_t^*}{P_t} + \frac{S_t T_t^*}{P_t}, \quad (2.3)$$

де W_t – номінальна заробітна плата за одиницю відпрацьованого часу;

T_t – сплачені податки мінус внутрішні трансфери;

PD_t – реальні дивіденди, отримані від володіння підприємствами роздрібною торгівлі (всі кінцеві власники цих підприємств – домогосподарства);

B_t та B_t^* – номінальні облігації, деноміновані в національній та іноземній валютах;

R_t та R_t^* – національна та іноземна номінальна відсоткова ставка;

S_t – номінальний обмінний курс;

Ψ_{i_t} – валова премія за ризик, яка сплачується додатково до іноземної відсоткової ставки, для отримання фінансових ресурсів із-за кордону;

P_t – індекс цін відповідно на всі товари в Україні;

T_t^* – перекази з-за кордону в іноземній валюті.

Премія за ризик Ψ_{i_t} залежить від рівня заборгованості домогосподарств B_t^* і має таку функціональну форму:

$$\Psi_{i_t}(B_t^*) = \left(\frac{B_t^*}{B^*} \right)^{\psi^R} \exp(e_t^{\psi_i}), \quad (2.4)$$

де ψ^R – параметр, який описує еластичність премії за ризик за розміром чистої заборгованості;

B^* – рівноважний рівень заборгованості;

$e_t^{\psi_i}$ – шок премії за ризик,

$$\Psi_{i_t}'(B_t^*) > 0, \quad \Psi_{i_t}(B^*) = 1.$$

Якщо $B_t^* > B^*$, то позичкова ставка для України буде вищою, ніж середня безризикова ставка на світовому ринку. Одними з перших премію за ризик у макроекономічну модель ввели Шміт-Грьохе та Урібе для вирішення конкретних, головним чином технічних, проблем. По-перше, низьке значення параметра ψ^R гарантує, що сама премія за ризик, особливо коли економіка перебуває у стаціонарному стані, не згладжує високочастотні коливання та одночасно вирішує можливу проблему нестационарності чистої заборгованості, коли країна почне позичати все більші суми коштів для повернення минулих боргів. Нестационарність заборгованості значно ускладнює аналіз моделі, тоді як наявність премії за ризик обмежує надмірний трендовий ріст заборгованості, оскільки валова відсоткова ставка, що включає премію за ризик, також зростатиме і робитиме подальші

запозичення занадто дорогими. По-друге, введення в рівняння (2.4) шоку, $e_t^{\Psi_i}$, дозволяє змоделювати ситуацію різкої зупинки припливу капіталів, яку Україна переживала, наприклад, на початку Великої рецесії наприкінці 2008 року. Зокрема, значний позитивний шок (ріст $e_t^{\Psi_i}$) різко збільшуватиме відсоткову ставку, по якій країна може позичати ресурси на світових ринках, що, своєю чергою, може призвести до різкого падіння припливу капіталів із-за кордону [106].

Враховуючи індекс товарів (2.2), домогосподарство, врешті-решт, повинно визначити на основі (2.3) план споживання

$$\left\{ C_{t+i}^H, C_{t+i}^F, \frac{M_{t+i}}{P_{t+i}}, H_{t+i} \right\}_{i=0}^{\infty} \text{ для всіх майбутніх періодів. Але оскільки}$$

корисність цільової функції (2.1) є сильно сепарабельною¹ щодо

трьох груп (C_{t+i}^H, C_{t+i}^F) , $\frac{M_{t+i}}{P_{t+i}}$ та H_{t+i} , то на основі теореми Гормана

задача оптимізації споживача (вибір $\left\{ C_{t+i}^H, C_{t+i}^F, \frac{M_{t+i}}{P_{t+i}}, H_{t+i} \right\}_{i=0}^{\infty}$ із враху-

ванням бюджетного обмеження (2.3) та цін на торгові товари, вироблені в Україні та за кордоном, P_t^H та P_t^F) можна розбити на два кроки [107]. Спочатку оптимізуємо (2.1) із врахуванням (2.3), а потім визначаємо рівень споживання національних та імпортованих торгових товарів, враховуючи значення індексу товарів C_t , отримане на першому етапі.

Таким чином, на першому етапі на основі цільової функції (2.1) та бюджетних обмежень для кожного періоду у формі (2.3), шукаю-

чи оптимум відносно $\left\{ C_{t+k}, \frac{M_{t+k}}{P_{t+k}}, H_{t+k} \right\}_{k=0}^{\infty}$, отримаємо такі умови

першого порядку:

$$\lambda_t \frac{W_t}{P_t} = sh_t^{pref} \varrho \frac{1}{1 - H_t}, \quad (2.5)$$

¹ Гранична норма заміщення будь-якого елемента в такій функції не залежить від інших складових, наприклад, гранична норма заміщення споживання не залежить від кількості відпрацьованих годин.

$$\lambda_t = \beta E_t \left(\lambda_{t+1} R_t \frac{P_t}{P_{t+1}} \right), \quad (2.6)$$

$$E_t \left(\lambda_{t+1} \frac{P_t}{P_{t+1}} \left(R_t - \Psi_{1,t} R_t^* \frac{S_{t+1}}{S_t} \right) \right) = 0, \quad (2.7)$$

$$\lambda_t = \frac{sh_t^{pref}}{C_t - bC_{t-1}} - \frac{sh_{t+1}^{pref} \beta b}{C_{t+1} - bC_t}, \quad (2.8)$$

$$\lambda_t \frac{M_t}{P_t} = sh_t^{pref} sh_t^{md} \zeta \left(\frac{R_t - 1}{R_t} \right)^{-1}. \quad (2.9)$$

На другому етапі потрібно розв'язати задачу оптимізації, яка полягає в мінімізації видатків при заданому рівні споживання. Таким чином, цільова функція матиме такий вигляд:

$$\min_{C_t^H, C_t^F} (P_t^H C_t^H + P_t^F C_t^F), \quad (2.10)$$

а обмеження матиме форму (2.2), де C_t – значення, отримане на першому етапі. Мінімізуючи (2.10) із врахуванням (2.2), отримаємо:

$$\frac{C_t^H}{C_t^F} = \frac{\gamma i}{1 - \gamma i} \left(\frac{P_t^H}{P_t^F} \right)^{-\rho_0}. \quad (2.11)$$

Це рівняння характеризує відносний попит на вітчизняні та закордонні товари. Чим дорожчі вітчизняні товари, тим менший попит на них, і навпаки. Аналогічно щодо імпортованих товарів та послуг.

На наступному етапі за допомогою сумарних витрат на споживання та кількості спожитої продукції можна визначити загальний рівень цін. Задамо індекс цін як відношення сумарних видатків до кількості куплених товарів. Використавши результати оптимізації, індекс можна визначити як:

$$P_t = \frac{P_t^H C_t^H + P_t^F C_t^F}{C_t} = \left(\gamma i P_t^{H1-\rho_0} + (1 - \gamma i) P_t^{F1-\rho_0} \right)^{\frac{1}{1-\rho_0}}. \quad (2.12)$$

Як видно, його функціональна форма дуже схожа на індекс споживання, який детальніше описаний вище.

Зовнішній сектор. Економіка України сильно залежить від кон'юнктури на зовнішніх ринках, оскільки значна частка вітчизняної продукції йде на експорт. Крім того, український уряд та приватні компанії часто звертаються до міжнародних кредиторів за позиками. Утім, економічний потенціал держави не є достатньо високим, щоб впливати на світову кон'юнктуру. Тому модель економіки України, найімовірніше, є близькою до відкритої малої економіки, де всі змінні, які характеризують зовнішній сектор (решту світу): відсоткова ставка, ВВП та ціни, – є екзогенними. Це означає, що вітчизняні економічні процеси не мають на них впливу, тоді як світова економіка сильно впливає на українську.

Нехай ціна імпортованих товарів в Україну в іноземній валюті становить P_t^{F*} . Тоді на основі закону однієї ціни (він передбачає, що ціни на один і той самий товар у різних країнах ідентичні із врахуванням валютного курсу) ціна на цей товар у національній валюті становитиме:

$$P_t^F = S_t P_t^{F*}. \quad (2.13)$$

Це означає, що, враховуючи валютний курс, ціни на товари, що споживаються за кордоном та йдуть на експорт, є близькими. Таке припущення може бути в сучасному глобалізованому світі, де митні кордони між державами зникають. Крім того, воно особливо реалістичне в довгостроковому періоді, коли конкурентні сили та ринкова кон'юнктура уніфікують ціни на товари та послуги.

Припустимо, що попит на українські товари за кордоном (експорт) залежить від закордонного ВВП через класичну криву (залежить від ціни на товар, «доходу» покупця тощо):

$$C_t^{H*} = \left(\left(\frac{P_t^{H*}}{P_t^{F*}} \right)^{xi} Y_t^* \right)^{wi} (C_{t-1}^{H*})^{1-wi}, \quad (2.14)$$

де Y_t^* – ВВП решти світу;

P_t^{H*} – ціна на українські товари в іноземній валюті;

P_t^{F*} – ціна за кордоном в іноземній валюті;

xi, wi – параметри;

$(C_{t-1}^{H*})^{1-w_i}$ – відображає інерційність попиту на українські товари, що має під собою підґрунтя, враховуючи існування довгострокових контрактів на сталь та інші експортні товари.

Підприємства-виробники (оптова торгівля). Важливим елементом економічної системи також є підприємства, які виробляють товари і послуги. Нехай середній очікуваний період існування підприємства-виробника становитиме $\frac{1}{1-\gamma}$ (ґрунтується на припу-

щенні, що підприємства не збанкрутують наступного періоду з ймовірністю γ). На зміну компаніям, що закрились, засновуються нові. Таким чином, кількість підприємств в економіці є стаціонарною (стабільною), що дозволить економічній системі перебувати в стані рівноваги. Початковим ресурсом нової компанії є одиниця робочої сили власника, H_t^e , за яку він отримує зарплату. Кожне підприємство виробляє продукцію, використовуючи працю та капітал, який є у власності підприємства, на основі виробничої функції Коба – Дугласа:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}, \quad (2.15)$$

де Y_t – обсяг випуску товарів та послуг протягом періоду t ;

K_t – капітал, який використовується протягом періоду t , який закупується наперед у період $t-1$;

L_t – робоча сила, що використовується для виробництва товарів протягом періоду t ;

A_t – екзогенний фактор, що відображає технологію виробництва;

α – параметр, що відображає еластичність обсягу виробництва при зміні капіталу;

$(1-\alpha)$ – еластичність виробництва при зміні кількості зайнятої робочої сили.

Своєю чергою, робоча сила представлена найманими працівниками та власником за допомогою залежності у формі функції Коба – Дугласа:

$$L_t = H_t^\Omega H_t^{e(1-\Omega)}, \quad (2.16)$$

де H_t – наймана робоча сила;

H_t^e – власники підприємств;

Ω – параметр, який відображає частку найманих працівників у штаті підприємства.

Виробники капіталу. Для моделювання негнучкості впровадження нових інвестицій, коли підприємство не може різко засвоювати весь інвестиційний капітал, введемо в модель виробників капіталу. Розглянемо модель формування капіталу підприємства [108]. Припустимо, що весь додатковий капітал закуповується в компанії, що спеціалізуються на виробництві капітальних потужностей. Рівень амортизації капіталу дорівнює δ . Для його відновлення підприємство – виробник капіталу – щорічно здійснює інвестицію розміром I_t , яка складається з домашньої та зовнішньої складових і поєднана з ними на основі такого індексу:

$$I_t = \left((\gamma ii)^{\frac{1}{\rho oi}} \left(I_t^H \right)^{\frac{\rho oi - 1}{\rho oi}} + (1 - \gamma ii)^{\frac{1}{\rho oi}} \left(I_t^F \right)^{\frac{\rho oi - 1}{\rho oi}} \right)^{\frac{\rho oi}{\rho oi - 1}}, \quad (2.17)$$

де γii – частка домашньої складової в загальній інвестиції;
 ρoi – параметр.

Детальніше функціональна форма (2.17) описана для споживання (2.2).

Аналогічно до випадку зі споживанням, співвідношення між домашніми та закордонними інвестиціями матиме таку форму:

$$\frac{I_t^H}{I_t^F} = \frac{\gamma ii}{1 - \gamma ii} \left(\frac{P_t^H}{P_t^F} \right)^{-\rho oi}, \quad (2.18)$$

а відповідний індекс цін інвестиційного товару становитиме:

$$P_t^I = \left(\gamma ii \left(P_t^H \right)^{1 - \rho oi} + (1 - \gamma ii) \left(P_t^F \right)^{1 - \rho oi} \right)^{\frac{1}{1 - \rho oi}}. \quad (2.19)$$

Оскільки існують витрати на встановлення обладнання, неможливість реалізації великих інвестиційних проектів за короткі проміжки часу тощо, то рівень капіталу зростає на величину меншу, ніж здійснена інвестиція. Крім того, інвестиція, здійснена в період t , впливає на розмір капіталу в періоді $t+1$, тобто існує затримка в реалізації інвестиції на один період. Отже, ми можемо описати еволюцію капіталу такою рівністю:

$$K_{t+1} = \Phi\left(\frac{x_t^I I_t}{K_t}\right) K_t + (1-\delta) K_t, \quad (2.20)$$

де $\Phi(\bullet)$ є зростаючою опуклою функцією: $\Phi'(\bullet) > 0$, $\Phi''(\bullet) < 0$;

x_t^I – інвестиційний шок [109].

Припустимо, що $\Phi(0) = 0$. Таким чином, інвестиція розміром I_t , здійснена протягом періоду t , спричинить збільшення рівня капіталу в періоді $t+1$ на $\Phi\left(\frac{x_t^I I_t}{K_t}\right) K_t$.

Протягом періоду t підприємство, знаючи ціну на капітал, визначає його оптимальний розмір, що показано на рис. 2.3. Протягом цього періоду воно володіє капітальними потужностями $(1-\delta)K_t$, що залишилися ще з попереднього періоду. Припустимо, що цей розмір капіталу продається фірмі-виробнику капіталу за реальною ціною \bar{Q}_t , а новий оптимальний розмір капіталу закуповується у виробника капіталу за реальною ціною Q_t (номінальні ціни можна отримати, помноживши на індекс цін в економіці). Таким чином, оптимальний рівень інвестицій та капіталу визначатиметься на основі такої задачі максимізації номінального прибутку, який дорівнює різниці між доходом, отриманим від продажу нових капітальних потужностей, та затратами на нові інвестиції і купівлю старих капітальних потужностей:

$$\max_{K_t, I_t} P_t Q_t K_{t+1} - P_t^I x_t^I I_t - P_t \bar{Q}_t (1-\delta) K_t, \quad (2.21)$$

з урахуванням обмеження (2.20). Умови першого порядку:

$$Q_t \Phi'\left(\frac{x_t^I I_t}{K_t}\right) - \frac{P_t^I}{P_t} = 0, \text{ або}$$

$$Q_t = \left(\Phi'\left(\frac{x_t^I I_t}{K_t}\right) \right)^{-1} \frac{P_t^I}{P_t} \text{ та} \quad (2.22)$$

$$\bar{Q}_t (1-\delta) = Q_t \Phi\left(\frac{x_t^I I_t}{K_t}\right) + Q_t (1-\delta) - \frac{P_t^I}{P_t} \frac{x_t^I I_t}{K_t}. \quad (2.23)$$

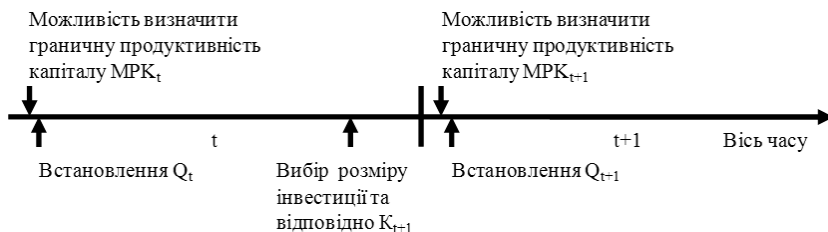


Рис. 2.3. Схематичне зображення процесу встановлення нового рівня капіталу
Джерело: розроблено авторами на основі [80]

Підприємства-посередники продають свій товар кінцевим виробникам. $\frac{P_t}{P_t^w}$ – гранична цінова надбавка кінцевого виробника. Реальний дохід, який припадає на капітал, становитиме різницю між сукупним реальним доходом та доходом, який припадає на працю (останній замінюється у формулі на вираз, отриманий при прирівнюванні граничного продукту праці та реальної зарплати):

$$\frac{P_{t+1}^w}{P_{t+1}} Y_{t+1} - \frac{W_{t+1}}{P_{t+1}} L_{t+1} = \frac{P_{t+1}^w}{P_{t+1}} Y_{t+1} - (1 - \alpha) \frac{P_{t+1}^w}{P_{t+1}} Y_{t+1} = \alpha \frac{P_{t+1}^w}{P_{t+1}} Y_{t+1}. \text{ Реальні витрати}$$

ти понесені на купівлю капіталу (припустимо, що шок відсутній або його очікуване значення дорівнює одиниці) – $Q_t K_t$. Після закінчення періоду неамортизований капітал буде проданий з реальною

виручкою $\bar{Q}_{t+1} K_{t+1} - \frac{P_t^I}{P_t} I_t$. Оскільки в стаціонарному стані $Q = \frac{P_t^I}{P_t}$,

$$\Phi\left(\frac{I}{K}\right) = \frac{I}{K} = \delta, \quad \Phi'\left(\frac{I_t}{K_t}\right) = 1, \text{ то на основі (2.23) } \bar{Q}_{t+1} = Q_{t+1} \text{ в околі}$$

стаціонарного стану, а різниця між ними є вищого порядку малості порівняно з іншими відхиленнями змінних від своїх довгострокових значень, тому вона може бути проігнорована. Дохідність капіталу, який використовується протягом періоду $t+1$, становитиме частку від ділення суми граничного доходу від праці та капіталу на початкові капітальні затрати:

$$E(R_{t+1}^f) = E \left(\frac{\frac{P_{t+1}^w}{P_{t+1}} \frac{\alpha Y_{t+1}}{K_{t+1}} + Q_{t+1}(1-\delta)}{Q_t} \right). \quad (2.24)$$

Кінцеві виробники (роздрібна торгівля) і встановлення цін. Припустимо, що кожен кінцевий виробник z продає $Y(z)$ одиниць товару. Задамо такий індекс Діксіта – Стігліца для кількості одиниць продукції, який відображатиме реальний ВВП [110]:

$$Y_t^f = \left(\int_0^1 Y_t(z)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} dz \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}}, \quad (2.25)$$

де Y_t^f – кінцевий реальний ВВП, $\epsilon > 1$.

Якщо $\epsilon = 1$, то товари $Y_i(i)$ та $Y_j(j)$ є досконалими замінниками (досконала конкуренція), а $Y_t^f = \int_0^1 Y_t(z) dz$. Якщо $\epsilon < 0$, то товари $Y_i(i)$ та $Y_j(j)$ є взаємодоповнювальними (комплементи). У цьому випадку $\epsilon > 1$, тобто товари є субститутами, а ринок характеризується певним рівнем монополістичної конкуренції, z належить континууму $(0,1)$.

Задача оптимізації споживача полягає у споживанні максимальної кількості товарів на основі заданого бюджету:

$$\max_{Y_t(z), z \in [0,1]} Y_t^f \quad (2.26)$$

$$\int_0^1 P_t^H(z) Y_t(z) dz \leq Inc_t, \quad (2.27)$$

де $P_t^H(z)$ – роздрібна ціна товару $Y_t(z)$;

Inc_t – номінальний дохід домогосподарств, що витрачається на товари та послуги.

У результаті оптимізації (2.26)–(2.27) отримаємо таку рівність:

$$Y_t^f = \frac{Inc_t}{\left(\int_0^1 P_t^H(z)^{1-\epsilon} Y_t(z) dz \right)^{\frac{1}{1-\epsilon}}}. \quad (2.28)$$

Знаменник рівності (2.28) відображає рівень цін в економіці України:

$$P_t^H = \left(\int_0^1 P_t^H(z)^{1-\epsilon} dz \right)^{\frac{1}{1-\epsilon}}. \quad (2.29)$$

Крива попиту на товари кінцевих виробників за умови їх симетричності матиме такий вигляд:

$$Y_t(z) = \left(\frac{P_t^H(z)}{P_t^H} \right)^{-\epsilon} Y_t^f. \quad (2.30)$$

Для моделювання негнучкості цін використаємо підхід, розроблений Кальво [111]. Припустимо, що кінцевий виробник може змінювати ціну тільки із ймовірністю $1-\theta$. Встановлення цін кінцевим виробником включає розроблення стратегії, яку, з позиції теорії ігор, можна відобразити деревом гри на рис. 2.4. Ця динамічна гра складається з таких елементів:

- Гравці: компанія, яка встановлює ціни, та Природа, яка вирішує, чи компанія матиме можливість змінювати ціну. Природа – це прийняте позначення в теорії ігор зовнішнього фактора, який впливає на гру.
- Правила. Компанія та Природа грають по чергово. Першою починає компанія. Це означає, що гравці реалізують свої ходи один за одним відповідно до визначеної стратегії.
- Множина сценаріїв. Ціни встановлюються в діапазоні $(0, \infty)$, тому підприємство може вибрати будь-яку ціну з вказаного інтервалу, тоді як Природа вирішує, чи надавати можливість змінювати ціну чи ні, тобто її множина сценаріїв дорівнює двом.
- Виграші. Кожного періоду компанія отримує прибуток чи збиток від своєї діяльності.

- Інформація. Компанія володіє всією інформацією, що зібрана макростатистикою до моменту прийняття рішення. Крім того, компанія має інформацію про очікувані значення змінних, що необхідні для розрахунку прибутків у майбутньому.
- Стратегія компанії, яка вказує, як діяти в будь-якій ситуації.
- З позиції компанії Природа приймає рішення про надання можливості зміни ціни із ймовірністю $1-\theta$.

Описаний процес встановлення оптимальної ціни підприємством-посередником представлено на рис. 2.4.

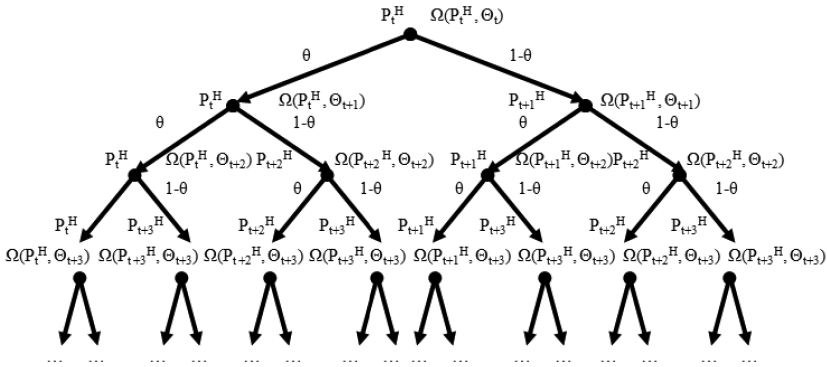


Рис. 2.4. Узагальнена схема встановлення оптимальної ціни підприємством-посередником за правилами динамічної гри
Джерело: розроблено авторами

На рис. 2.4 $\Omega(P_i^H, \Theta_j)$ означає прибуток, який отримає компанія протягом періоду j , маючи ціну P_i^H та на основі інших факторів, що впливають на прибуток та відображені вектором змінних Θ_j .

Роздрібний торговець встановлює ціну P_t^H на початку періоду t таким чином, щоб максимізувати дискontований потік прибутків:

$$\begin{aligned} & \max_{P_t^H} \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_{t-1} \left(\Lambda_{t,k} \frac{P_t^H - P_{t+k}^w}{P_{t+k}^H} Y_{t+k}(z) \right) + \\ & + \Gamma(\theta, P_{t+1}^H, P_{t+2}^H, \dots, P_{\infty}^H, \Theta_{t+1}, \Theta_{t+2}, \dots, \Theta_{\infty}) \Leftrightarrow \\ & \max_{P_t^H} \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_{t-1} \left(\Lambda_{t,k} \frac{P_t^H - P_{t+k}^w}{P_{t+k}^H} Y_{t+k}(z) \right), \end{aligned} \quad (2.31)$$

де $\Lambda_{t,k} = \beta^k \frac{C_t}{C_{t+k}} \frac{P_t}{P_{t+k}}$ відображає ставку дисконтування (для спро-

щення виведення припускається, що $b=0$ в (2.8)). Релевантною ставкою дисконтування потоку до періоду t , що надійшов у період

часу $t+k$, є $R_{t,t+k} = \prod_{i=1}^k R_{t+i}$. Оскільки кінцевими власниками підпри-

ємств є домогосподарства, то ставка дисконтування залежить від міжчасових уподобань домогосподарств на основі формул (2.6) та (2.8). Таким чином, ставку дисконтування можна записати як

$R_{t,t+k} = \beta^k \frac{C_t}{C_{t+k}} \frac{P_t}{P_{t+k}} = \Lambda_{t,k}$. Зв'язок між оптовою, роздрібною та відносною цінами за визначенням такий: $P_t^w = \frac{P_t^H}{X_t}$.

Позначимо P_t^{Hopt} оптимальну ціну, яку встановив кінцевий виробник за умови можливості зміни ціни на початку періоду t . Відповід-

ний рівень попиту на товар становитиме $Y_{t+k}^{opt}(z) = \left(\frac{P_t^{Hopt}}{P_{t+k}^H} \right)^{-\epsilon} Y_{t+k}^f$.

На основі умови першого порядку отримаємо:

$$\sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_{t-1} \left(\Lambda_{t,k} \left(\frac{P_t^{Hopt}}{P_{t+k}^H} \right)^{-\epsilon} Y_{t+k}^f \left(P_t^{Hopt} - \left(\frac{\epsilon}{\epsilon-1} \right) P_{t+k}^w \right) \right) = 0. \quad (2.32)$$

Звідки:

$$P_t^{Hopt} = \frac{\epsilon}{\epsilon-1} \frac{\sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_{t-1} \left(\Lambda_{t,k} P_{t+k}^H \epsilon Y_{t+k}^f P_{t+k}^w \right)}{\sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_{t-1} \left(\Lambda_{t,k} P_{t+k}^H \epsilon Y_{t+k}^f \right)}. \quad (2.33)$$

Враховуючи те, що в період t θ частина компаній встановлює рівень цін P_{t-1}^H , а $1-\theta$ частина – P_t^{Hopt} , на основі виразу (2.29) отримаємо:

$$P_t^H = \left(\theta P_{t-1}^{H(1-\epsilon)} + (1-\theta) \left(P_t^{Hopt} \right)^{(1-\epsilon)} \right)^{\frac{1}{1-\epsilon}}. \quad (2.34)$$

Сукупний реальний попит на товари та послуги можна представити такою рівністю:

$$Y_t^f = C_t + C_t^e + C_t^{H*} + I_t^H + G_t + \mu \int_0^{\bar{w}} w dF(w) R_t^k Q_{t-1} K_t, \quad (2.35)$$

де C_t^e – розмір споживання власників підприємств;

$$\mu \int_0^{\bar{w}} w dF(w) R_t^k Q_{t-1} K_t - \text{витрати на моніторинг (невідомі змінні)}$$

та параметри детальніше буде описано в цьому розділі пізніше).

Уряд та Національний банк України. Ключовими гравцями на економічній карті України є її регулюючі органи: уряд та Національний банк України, які відіграють велику роль у функціонуванні вітчизняного господарства. Припустимо, що урядове обмеження має такий вигляд:

$$G_t \leq \frac{M_t - M_{t-1}}{P_t} + T_t. \quad (2.36)$$

Тобто видатки фінансуються з отриманих податків та шляхом емісії.

Згідно з Положенням про процентну політику НБУ, яке затверджено постановою правління НБУ від 18.08.2004 р. № 389 [112], значення облікової ставки НБУ є базовим для інших ставок Національного банку. Тому монетарна політика може моделюватися за допомогою такого правила Тейлора [113]:

$$\frac{R_t^n}{R^n} = \left(\frac{R_{t-1}^n}{R^n} \right)^{\gamma_R} \left(\left(\frac{\Pi_{t+1}}{\Pi} \right)^{\gamma_\Pi} \left(\frac{Y_t}{Y} \right)^{\gamma_Y} \left(\frac{S_t}{S} \right)^{\gamma_S} \left(\frac{\mu u_t}{\mu u} \right)^{\gamma_{\mu u}} \left(\frac{SF_{t-1}}{SF} \right)^{\gamma_{SF}} \right)^{1-\gamma_R} e^{\sigma_r \varepsilon_t^r}. \quad (2.37)$$

Тобто номінальна відсоткова ставка встановлюється НБУ залежно від відношення минулої номінальної ставки до рівноважного

$$\text{рівня } \frac{R_{t-1}^n}{R^n};$$

відношення очікуваного рівня інфляції до довгострокового

$$\text{тренду } \frac{\Pi_{t+1}}{\Pi};$$

розміру ВВП до рівноважного $\frac{Y_t}{Y}$;

$\frac{S_t}{S}$ – відношення валютного курсу до довгострокового значення;

$\frac{\mu u_t}{\mu u}$ – відношення росту грошової маси до довгострокового росту;

$\frac{SF_{t-1}}{SF}$ – відношення фондового індексу до свого довгострокового значення (фондовий ринок детальніше буде розглянуто в наступних підрозділах);

$\mu u_t = \frac{M_t}{M_{t-1}}$ – ріст грошової маси в економіці;

$\gamma_R, \gamma_\Pi, \gamma_y, \gamma_s, \gamma_{\mu u}$ та γ_{sf} – параметри;

σ_r – стандартне відхилення шоку монетарної політики;

$\varepsilon_t^r \sim N(0,1)$.

Введення в монетарне правило відсоткової ставки минулого періоду дозволяє врахувати в моделі той факт, що центральний банк може проводити більш стабільну політику. Зокрема, чим більше значення параметра γ_R , тим менше нова відсоткова ставка відрізнятиметься від ставки минулого періоду. З другого боку, чим менше значення параметра γ_R , тим сильніша залежність між відсотковою ставкою НБУ та розміром інфляції і ВВП.

Слід зазначити, що близькою до облікової ставки є ставка рефінансування, за якою НБУ надає кредити комерційним банкам. Ставка рефінансування пов'язана з обліковою ставкою, оскільки перша визначається на основі облікової ставки залежно від строку та виду рефінансування. Загалом, ставка рефінансування не може бути меншою, ніж облікова ставка.

Шоки. Припустимо, що економіка країни піддається додатково таким видам шоків, які впливають на урядові видатки та технологічний прогрес, зокрема:

$$G_t = G_{t-1}^{\rho_g} e^{\sigma_g \varepsilon_t^g} \quad \text{та} \quad (2.38)$$

$$A_t = A_{t-1}^{\rho_a} e^{\sigma_a \varepsilon_t^a}, \quad (2.39)$$

де σ – стандартне відхилення змінної;

ρ – параметри;

ε_t^g та ε_t^a – нормально розподілені незалежні величини з розподілом $N(0,1)$.

Фінансовий акселератор. На другому етапі відбувається включення механізму фінансового акселератора в модель ДСЗР. Ідея фінансового акселератора (прискорювача) полягає в тому, що реальні шоки (наприклад, падіння урядових видатків), які впливають на економічну систему, можуть значно посилюватися завдяки змінам умов на фінансових ринках. У результаті може утворитися замкнене коло, коли, наприклад, погіршення загальноекономічної ситуації у виробництві призводитиме до проблем на фінансовому ринку, останні ж ще більше поглиблюватимуть проблеми в реальній економіці. Таким чином, утворюється замкнений цикл, коли початковий негативний шок значно посилюється завдяки механізму фінансового акселератора.

Для аналізу особливостей побудови моделі фінансового акселератора, з огляду наступного її включення в класичну модель ДСЗР, припустимо, що в економічній системі поряд з домогосподарствами, кінцевими виробниками, урядом та Національним банком України є підприємства-посередники (частково вже описані в цьому підрозділі), які безпосередньо виробляють товари й послуги і є одним із важливих елементів моделі ДСЗР. Припустимо, що кожне таке підприємство-посередник управляється однією людиною-підприємцем. Моделюючи їхню поведінку, ми можемо описати модель фінансового прискорювача та включити її до класичної неокейнсіанської моделі ДСЗР, яка вже описана в цьому підрозділі.

Як було визначено вище, підприємці можуть закрити свій бізнес наступного періоду із ймовірністю $(1-\gamma)$, в результаті середня очікувана тривалість ведення бізнесу певним підприємцем становитиме:

$$\sum_{i=1}^{\infty} i(1-\gamma)\gamma^{i-1} = (1-\gamma) \frac{\partial \sum_{i=1}^{\infty} \gamma^i}{\partial \gamma} = \frac{1}{1-\gamma}.$$

Припустимо також, що підприємство кожного періоду закуповує капітал. Якщо підприємство припиняє діяльність, то ресурси, якими володіла компанія, споживаються підприємцем, а на зміну закритим

підприємствам засновуються нові фірми. Таким чином, за припущенням, частка підприємців у загальній кількості населення країни є сталою. Система «відкриття–закриття» підприємств необхідна для того, щоб виключити ситуацію, коли компанії можуть накопичити достатньо ресурсів і не звертатися за позиками до банку.

Логічно припустити, що закупівля капіталу фінансується з двох джерел: прибутків компанії та доходу підприємців (їхні зарплати), які накопичені за всі минулі роки та становлять чисті активи підприємства. Якщо для закупівлі капіталу не вистачає чистих активів, то підприємство отримує кредит у банку для фінансування нестачі ресурсів таким чином, що в реальних величинах:

$$\frac{B_{t+1}^j}{P_t} = Q_t K_{t+1}^j - N_{t+1}^j, \quad (2.40)$$

де B_{t+1}^j – розмір кредиту;

Q_t – вартість капіталу;

K_{t+1}^j – розмір капіталу, що закуповується в період t та використовується в наступному періоді;

N_{t+1}^j – чиста вартість активів;

j – позначає певне підприємство j ;

t – індекс часу.

Вартість ресурсів для банку становить R_t , і є безризиковою ставкою, тобто банк тримає повністю диверсифікований портфель активів.

Як видно з функціональної специфікації (2.40), розмір кредиту залежить від вартості чистих активів підприємства. Між позичальником та банком існує інформаційна асиметрія, коли позичальник знає про можливість повернення позики значно більше, ніж позикодавець. Тому логічно, що останній вимагатиме від підприємства певну заставу, яка могла б компенсувати банкові збитки в разі неповернення кредиту. Саме такою заставою і виступають чисті активи підприємства, які є різницею між фізичними та нематеріальними активами (цехи, верстати, патенти, бренди тощо) і фінансовими зобов'язаннями. Якщо в економіці відбувається падіння, спричинене певним негативним шоком, то підприємство скорочуватиме свою інвестиційну (реалізовуватиме менше інвестпроектів) та виробничу діяльність як наслідок падіння попиту та прибутковості. Своєю чергою, це призведе

до здешевлення акцій/активів компанії та унеможливить отримання кредитів на докризових умовах. Таким чином, підприємство ще більше скорочуватиме інвестиційну та виробничу діяльність, що утворюватиме замкнений цикл падіння в економічній системі.

Припустимо, що віддача капіталу на підприємстві залежить від ринкових умов та особливостей самого підприємства і становить $w^j R_{t+1}^k$, де w^j є ймовірнісною величиною, яка характеризує ризикованість доходу підприємства, а R_{t+1}^k є величиною, що описує загальну ринкову дохідність, яка відома всім гравцям. Для спрощення спочатку припустимо, що R_{t+1}^k є наперед заданою величиною (зауважимо, що надалі це спрощення буде знято, але отримані загальні результати із врахуванням волатильності макроризику залишаться незмінними). Вважається, що ні підприємство, ні банк не знають наперед значення w^j , яке привносить невизначеність у модель. Величина w^j розподілена на множині позитивних значень, включаючи нуль: $w^j \in [0, \infty)$, та має диференційовану функцію кумулятивного розподілу $F(w)$, яка відома підприємцю і банку. Крім того, w^j є незалежно та однаково розподіленою випадковою величиною в часовому розрізі та в розрізі всіх підприємств. Математичне сподівання дорівнює одиниці. Припустимо також, що

$$\frac{\partial(w^j h(w^j))}{\partial w^j} > 0, \quad (2.41)$$

де $h(w^j) = \frac{f(w^j)}{1 - F(w^j)} = \frac{dF(w^j)}{1 - F(w^j)}$ є функцією ризику;

$f(w^j)$ та $F(w^j)$ є відповідно функцією щільності розподілу та кумулятивною функцією розподілу.

Відмітимо, що це припущення є технічним, його задоволенняють більшість поширених функцій розподілу (воно вводиться для розв'язку оптимізаційних задач, наведених нижче).

Із врахуванням наведених вище позначень та припущень загальна реальна дохідність капіталу підприємства становитиме $w^j R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j$. Позначимо \bar{w}^j таке значення w^j , що для всіх $w^j \geq \bar{w}^j$ дохідність капіталу є достатньою для повернення кредиту банку:

$$\bar{w}^j R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j = Z_{t+1}^j \frac{B_{t+1}^j}{P_t}, \quad (2.42)$$

де Z_{t+1}^j – реальна відсоткова ставка, яку встановлює банк для підприємства j . На цьому інтервалі підприємство перебуває в зоні допустимого ризику (або навіть безризиковій зоні), тобто в області, у межах якої зберігається економічна доцільність підприємницької діяльності та кредитування [114]. Залишок після сплати кредиту належатиме підприємству. Якщо $w^j < \bar{w}^j$ (зона критичного та катастрофічного ризику), то підприємство не має можливості виплатити кредит і починається процедура банкрутства [115]. У цьому випадку банк запускає механізм моніторингу (концепція платного моніторингу), що включає аудит, юридичні процедури тощо та коштує банку $\mu w^j R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j$, тобто є пропорційною до доходу підприємства з коефіцієнтом μ . Врешті-решт, банк конфіскує майно підприємства та отримує $(1-\mu)w^j R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j$, а підприємство матиме нульовий дохід.

Оптимальний контракт між банком та підприємством задаватиметься значеннями \bar{w}^j та Z_t^j , тоді як інші параметри є екзогенними (заданими ззовні) [116]. Дохід банку має бути не меншим, ніж його витрати, тобто повинна виконуватися така нерівність:

$$\begin{aligned} \int_0^{\infty} \text{Re } v(w^j) dw &= \int_0^{\bar{w}^j} \text{Re } v(w^j) dw^j + \int_{\bar{w}^j}^{\infty} \text{Re } v(w^j) dw^j = \\ &= \int_0^{\bar{w}^j} f(w^j) (1-\mu) w^j R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j dw^j + \int_{\bar{w}^j}^{\infty} f(w^j) Z_{t+1}^j \frac{B_{t+1}^j}{P_t} dw^j = \\ &= (1-\mu) \int_0^{\bar{w}^j} w^j R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j dF(w^j) + \left(1 - F(\bar{w}^j)\right) Z_{t+1}^j \frac{B_{t+1}^j}{P_t} \geq R_{t+1} \frac{P_{t+1}}{P_{t+2}} \frac{B_{t+1}^j}{P_t}, \quad (2.43) \end{aligned}$$

де $\text{Re } v(w^j)$ – функція очікуваного доходу банку, яка залежить від реалізації випадкової величини w^j . Беручи до уваги (2.42), отримаємо:

$$\left((1-\mu) \int_0^{\bar{w}^j} w^j dF(w^j) + \left(1 - F(\bar{w}^j)\right) \bar{w}^j \right) R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j \geq R_{t+1} \frac{P_{t+1}}{P_{t+2}} (Q_t K_{t+1}^j - N_t^j), \text{ або}$$

$$\left(\Gamma\left(\bar{w}^j\right)-\mu G\left(\bar{w}^j\right)\right) s_{t+1}^j k_{t+1}^j \geq\left(k_{t+1}^j-1\right), \quad (2.44)$$

$$\text { де } \Gamma\left(\bar{w}^j\right)=\int_0^{\bar{w}^j} w^j f\left(w^j\right) d w^j+\bar{w}^j \int_{\bar{w}^j}^{\infty} f\left(w^j\right) d w^j, \quad G\left(\bar{w}^j\right)=\int_0^{\bar{w}^j} w^j f\left(w^j\right) d w^j,$$

$$s_{t+1}^j=\frac{R_{t+1}^{k, j} P_{t+2}}{R_{t+1} P_{t+1}}, \quad k_{t+1}^j=\frac{Q_t K_{t+1}^j}{N_{t+1}^j}.$$

Очікуваний дохід підприємства становитиме $\left(1-\Gamma\left(\bar{w}^j\right)\right) R^k Q K$, а задача максимізації матиме таку форму:

$$\max _{K, \bar{w}^j}\left(1-\Gamma\left(\bar{w}^j\right)\right) R^k Q K \quad (2.45)$$

$$\text { за умови } \left(\Gamma\left(\bar{w}^j\right)-\mu G\left(\bar{w}^j\right)\right) s k \geq(k-1), \quad (2.46)$$

тобто підприємство максимізує прибуток з урахуванням отримання банком доходу, що принаймні покриває його витрати.

Частка сукупного доходу підприємства, що залишається в його розпорядженні, становитиме $\left(1-\Gamma\left(\bar{w}^j\right)\right)$, банк отримуватиме частку (чистий дохід без витрат на моніторинг) $\Gamma\left(\bar{w}^j\right)-\mu G\left(\bar{w}^j\right)>0$ для $\bar{w}^j \in(0, \infty)$.

Чистий дохід банку досягає локального максимуму в точці $\bar{w}^j=\bar{w}^{j*}$, де

$$\Gamma^{\prime}\left(\bar{w}^j\right)-\mu G^{\prime}\left(\bar{w}^j\right)=1-F\left(\bar{w}^j\right)-\mu \bar{w}^j f\left(\bar{w}^j\right)=\left(1-F\left(\bar{w}^j\right)\right)\left(1-\bar{w}^j h\left(\bar{w}^j\right)\right)=0. \quad (2.47)$$

На проміжку $\bar{w}^j<\bar{w}^{j*}$ частка чистого доходу банку зростає, а на проміжку $\bar{w}^j>\bar{w}^{j*}$ вона спадає. Проаналізуємо поведінку частки чистого доходу банку в крайніх точках області визначення $w^j \in[0, \infty)$:

$$\begin{aligned}\lim_{\bar{w}^j \rightarrow 0} \left(\Gamma(\bar{w}^j) - \mu G(\bar{w}^j) \right) &= \lim_{\bar{w}^j \rightarrow 0} \left(\int_0^{\bar{w}^j} \bar{w}^j f(\bar{w}^j) d\bar{w}^j + \bar{w}^j \int_{\bar{w}^j}^{\infty} f(\bar{w}^j) d\bar{w}^j - \mu \int_0^{\bar{w}^j} \bar{w}^j f(\bar{w}^j) d\bar{w}^j \right) = \\ &= \lim_{\bar{w}^j \rightarrow 0} \left((1-\mu) \int_0^{\bar{w}^j} \bar{w}^j f(\bar{w}^j) d\bar{w}^j + \bar{w}^j \int_{\bar{w}^j}^{\infty} f(\bar{w}^j) d\bar{w}^j \right) = 0, \quad (2.48)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\lim_{\bar{w}^j \rightarrow \infty} \left(\Gamma(\bar{w}^j) - \mu G(\bar{w}^j) \right) &= \lim_{\bar{w}^j \rightarrow \infty} \left(\int_0^{\bar{w}^j} \bar{w}^j f(\bar{w}^j) d\bar{w}^j + \bar{w}^j \int_{\bar{w}^j}^{\infty} f(\bar{w}^j) d\bar{w}^j - \mu \int_0^{\bar{w}^j} \bar{w}^j f(\bar{w}^j) d\bar{w}^j \right) = \\ &= \lim_{\bar{w}^j \rightarrow \infty} \left((1-\mu) \int_0^{\bar{w}^j} \bar{w}^j f(\bar{w}^j) d\bar{w}^j + \bar{w}^j \int_{\bar{w}^j}^{\infty} f(\bar{w}^j) d\bar{w}^j \right) = (1-\mu) + \lim_{\bar{w}^j \rightarrow \infty} \left(\bar{w}^j \int_{\bar{w}^j}^{\infty} f(\bar{w}^j) d\bar{w}^j \right) = \\ &= (1-\mu) + \lim_{\bar{w}^j \rightarrow \infty} \left(\frac{\int_{\bar{w}^j}^{\infty} f(\bar{w}^j) d\bar{w}^j}{\frac{1}{\bar{w}^j}} \right) = (1-\mu) + \lim_{\bar{w}^j \rightarrow \infty} \left(\frac{f(\bar{w}^j)|_{\bar{w}^j}^{\infty}}{-\frac{1}{\bar{w}^j 2}} \right) \quad (2.49)\end{aligned}$$

(використовуючи правило Лопітала та враховуючи, що $\lim_{\bar{w}^j \rightarrow \infty} f(\bar{w}^j)|_{\bar{w}^j}^{\infty}$ є нижчого порядку малості, ніж $\lim_{\bar{w}^j \rightarrow \infty} \frac{1}{-\bar{w}^j 2} = 1 - \mu$).

На основі граничних значень частки отриманого банком доходу треба також припустити, що $(1-\mu)R_{t+1}^k < R_{t+1} \frac{P_t}{P_{t+1}} < R_{t+1}^k$, щоб виключити ситуацію, коли банк може отримувати необмежені доходи при постійному моніторингу. Крім того, на основі (2.47), (2.48) та (2.49) впливає, що в точці $\bar{w}^j = \bar{w}^{j*}$ частка банку досягає не тільки локального, але й глобального максимуму.

Запишемо Лагранжіан для розв'язку задачі максимізації (2.45)–(2.46):

$$L = \left(1 - \Gamma(\bar{w}^j) \right) sk - \lambda \left(\left(\Gamma(\bar{w}^j) - \mu G(\bar{w}^j) \right) sk - (k-1) \right). \quad (2.50)$$

На основі теореми Куна – Такера отримаємо умови першого порядку, які матимуть такий вигляд:

$$\frac{\partial L}{\partial \bar{w}^j} = -\Gamma'(\bar{w}^j)sk + \lambda \left(\Gamma'(\bar{w}^j) - \mu G'(\bar{w}^j) \right) sk = 0, \quad (2.51)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial k} &= \left(1 - \Gamma(\bar{w}^j) \right) s + \lambda \left(\Gamma(\bar{w}^j) - \mu G(\bar{w}^j) \right) s - \lambda = \\ &= \left(\left(1 - \Gamma(\bar{w}^j) \right) + \lambda \left(\Gamma(\bar{w}^j) - \mu G(\bar{w}^j) \right) \right) s - \lambda = 0, \end{aligned} \quad (2.52)$$

$$\lambda \left(\Gamma(\bar{w}^j) - \mu G(\bar{w}^j) \right) sk - (k-1) = 0, \quad (2.53)$$

$$\lambda \geq 0, \quad (2.54)$$

$$\left(\Gamma(\bar{w}^j) - \mu G(\bar{w}^j) \right) sk \geq (k-1), \quad (2.55)$$

$$K \geq 0, \quad (2.56)$$

$$\bar{w}^j \geq 0. \quad (2.57)$$

Спочатку зазначимо, що $\bar{w}^j \in (\bar{w}^{j*}, \infty)$ не може бути розв'язком задачі максимізації (2.45)–(2.46), тому що на цьому проміжку дохід банку та підприємства спадає й для обох зменшення \bar{w}^j буде вигідним і приносить більше чистого доходу, що, врешті-решт, порушуватиме гіпотетичну рівновагу на цьому інтервалі. Тому розглядатимемо оптимізацію на інтервалі $\bar{w}^j \in [0, \bar{w}^{j*}]$.

З рівності (2.51), за умови, що $K > 0$ ($K = 0$ не може бути розв'язком, оскільки це суперечить рівності (2.53)), можемо отримати значення множника Лагранжа, який відіграє одну з ключових ролей у процесі оптимізації:

$$\lambda = \frac{\Gamma'(\bar{w}^j)}{\Gamma'(\bar{w}^j) - \mu G'(\bar{w}^j)}. \quad (2.58)$$

Якщо множник Лагранжа більший за нуль, то обмеження матиме форму рівності; якщо дорівнює нулю, то банк отримуватиме чисті прибутки. Для аналізу поведінки цієї змінної знайдемо похідну (2.58):

$$\begin{aligned} \lambda'(\bar{w}^j) &= \frac{\Gamma''(\bar{w}^j)(\Gamma'(\bar{w}^j) - \mu G'(\bar{w}^j)) - \Gamma'(\bar{w}^j)(\Gamma''(\bar{w}^j) - \mu G''(\bar{w}^j))}{(\Gamma'(\bar{w}^j) - \mu G'(\bar{w}^j))^2} = \\ &= \frac{\mu(h(\bar{w}^j) + \bar{w}^j h'(\bar{w}^j))(1 - F(\bar{w}^j))^2}{(\Gamma'(\bar{w}^j) - \mu G'(\bar{w}^j))^2} = \\ &= \frac{\mu \frac{\partial(\bar{w}^j h(\bar{w}^j))}{\partial \bar{w}^j} (1 - F(\bar{w}^j))^2}{(\Gamma'(\bar{w}^j) - \mu G'(\bar{w}^j))^2} > 0 \text{ для } \bar{w}^j \in [0, \bar{w}^{j*}]. \end{aligned} \quad (2.59)$$

На границі інтервалу, на якому проводиться оптимізація, множник Лагранжа матиме такі значення:

$$\lim_{\bar{w}^j \rightarrow 0} \lambda(\bar{w}^j) = \lim_{\bar{w}^j \rightarrow 0} \frac{\Gamma'(\bar{w}^j)}{\Gamma'(\bar{w}^j) - \mu G'(\bar{w}^j)} = \lim_{\bar{w}^j \rightarrow 0} \frac{1 - F(\bar{w}^j)}{1 - F(\bar{w}^j) - \mu \bar{w}^j f'(\bar{w}^j)} = 1, \quad (2.60)$$

$$\lim_{\bar{w}^j \rightarrow \bar{w}^{j*}} \lambda(\bar{w}^j) = \lim_{\bar{w}^j \rightarrow \bar{w}^{j*}} \frac{\Gamma'(\bar{w}^j)}{\Gamma'(\bar{w}^j) - \mu G'(\bar{w}^j)} = \frac{0 < \Gamma'(\bar{w}^{j*}) < \infty}{0} = \infty. \quad (2.61)$$

На основі (2.59), (2.60) та (2.61) зробимо висновок, що $\lambda\left(\bar{w}^j\right) > 0$ для $\bar{w}^j \in [0, \bar{w}^{j*}]$. Це означає, що банк отримуватиме нульовий економічний прибуток, тобто обмеження (2.46) матиме форму рівності (теорема Куна – Такера).

З умови (2.52) випливає, що

$$s = \rho\left(\bar{w}^j\right) = \frac{\lambda\left(\bar{w}^j\right)}{1 - \Gamma\left(\bar{w}^j\right) + \lambda\left(\Gamma\left(\bar{w}^j\right) - \mu G\left(\bar{w}^j\right)\right)}. \quad (2.62)$$

Дослідимо поведінку цієї функції, визначивши першу похідну та граничні значення:

$$\begin{aligned} \rho'\left(\bar{w}^j\right) &= \left(\frac{\lambda\left(\bar{w}^j\right)}{1 - \Gamma\left(\bar{w}^j\right) + \lambda\left(\Gamma\left(\bar{w}^j\right) - \mu G\left(\bar{w}^j\right)\right)} \right)' = \\ &= \rho\left(\bar{w}^j\right) \frac{\lambda'\left(\bar{w}^j\right)}{\lambda\left(\bar{w}^j\right)} \frac{1 - \Gamma\left(\bar{w}^j\right)}{1 - \Gamma\left(\bar{w}^j\right) + \lambda\left(\Gamma\left(\bar{w}^j\right) - \mu G\left(\bar{w}^j\right)\right)} > 0 \quad \text{для } \bar{w}^j \in (0, \bar{w}^{j*}), \end{aligned} \quad (2.63)$$

$$\lim_{\bar{w}^j \rightarrow 0} \rho\left(\bar{w}^j\right) = \lim_{\bar{w}^j \rightarrow 0} \frac{\lambda\left(\bar{w}^j\right)}{\left(1 - \Gamma\left(\bar{w}^j\right)\right) + \lambda\left(\Gamma\left(\bar{w}^j\right) - \mu G\left(\bar{w}^j\right)\right)} = \frac{1}{1 - 0 + 1 \cdot 0} = 1, \quad (2.64)$$

$$\begin{aligned} \lim_{\bar{w}^j \rightarrow \bar{w}^{j*}} \rho\left(\bar{w}^j\right) &= \lim_{\bar{w}^j \rightarrow \bar{w}^{j*}} \frac{\lambda\left(\bar{w}^j\right)}{\left(1 - \Gamma\left(\bar{w}^j\right)\right) + \lambda\left(\Gamma\left(\bar{w}^j\right) - \mu G\left(\bar{w}^j\right)\right)} = \\ &= \lim_{\bar{w}^j \rightarrow \bar{w}^{j*}} \frac{1}{\frac{\left(1 - \Gamma\left(\bar{w}^j\right)\right)}{\lambda\left(\bar{w}^j\right)} + \left(\Gamma\left(\bar{w}^j\right) - \mu G\left(\bar{w}^j\right)\right)} = \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{\frac{0 < \left(1 - \Gamma\left(\bar{w}^{j*}\right)\right) < \infty}{\lambda\left(\bar{w}^{j*}\right) = \infty} + \left(\Gamma\left(\bar{w}^{j*}\right) - \mu G\left(\bar{w}^{j*}\right)\right)} = \frac{1}{\Gamma\left(\bar{w}^{j*}\right) - \mu G\left(\bar{w}^{j*}\right)} = s^* < \frac{1}{1 - \mu}. \quad (2.65)$$

Враховуючи отримані вирази, покажемо, що в точках $\bar{w}^j = 0$ та $\bar{w}^j = \bar{w}^{j*}$ не може бути досягнутої рівноваги. Якщо $\bar{w}^j = 0$, то банк отримуватиме нульовий дохід (див. (2.43)), оскільки не буде проводитись моніторинг і, як результат, підприємство не матиме стимулів вказувати свій справжній дохід (воно вказуватиме банку нульовий дохід), а банк зазнаватиме збитків через неможливість моніторингу. Якщо ж $\bar{w}^j = \bar{w}^{j*}$, то чистий дохід банку становитиме:

$$\left(\Gamma\left(\bar{w}^{j*}\right) - \mu G\left(\bar{w}^{j*}\right)\right)sk - k + 1 = \frac{s - s^*}{s^*}k + 1 > 0 \text{ для } s \geq s^*. \quad (2.66)$$

Це означатиме, що банк буде готовий надавати позики будь-якого розміру та разом з підприємством отримуватиме необмежені прибутки. Своєю чергою, це призводитиме до зниження ринкової дохідності R_{t+1}^k , доки s не буде меншим, ніж s^* . Оскільки на основі (2.63) s зростає при рості та \bar{w}^j , то умова $s < s^*$ означає, що рівновага повинна досягатись у точці, де значення $\bar{w}^j < \bar{w}^{j*}$. Таким чином, на основі припущення, що $\frac{\partial(w^j h(w^j))}{\partial w^j} > 0$, показано, що розв'язок задачі оптимізації щодо \bar{w}^j перебуватиме в інтервалі $\bar{w}^j \in (0, \bar{w}^{j*})$, тобто він буде внутрішнім, а не кутовим розв'язком.

Слід також зазначити, що зроблені припущення виключають кредитне нормування. Кредитне нормування – це ситуація, коли банк штучно не видає кредити підприємствам, незважаючи на те, що підприємства готові укласти кредитну угоду на основі існуючих ринкових відсотків. Концепція платного моніторингу (costly state verification), яка використовується в цьому дослідженні для моделювання ситуації фінансового акселератора, поряд з іншими альтернативними концепціями (морального ризику (moral hazard), несприятливого відбору (adverse selection)), є одним з інструментів, які дозволяють моделювати кредитне нормування. Логіку кредитного

нормування графічно можна відобразити за допомогою рис. 2.5. Припустимо, що банк спочатку видає невелику кількість кредитів і попит на них починає зростати. Відповідно, відсоткова ставка зростатиме і банк видаватиме більше кредитів. Згідно з (2.43), чистий дохід банку зростатиме, досягнувши максимуму в точці $\bar{w}^j = \bar{w}^{j*}$. Якщо попит зростатиме й надалі, то відсоткова ставка, Z_{t+1}^j , продовжуватиме зростати, що збільшуватиме дохід банку. Однак зростатиме також \bar{w}^j на основі (2.42). Своєю чергою, це призводитиме до росту банкрутств. Зауважимо, що на інтервалі $\bar{w}^j > \bar{w}^{j*}$ ріст сукупного доходу банку буде негативний, тому що виграш від росту відсоткової ставки менший, ніж програвш від росту кількості банкрутств. У результаті, незважаючи на зростання попиту на кредити, банк не буде їх видавати, бо його прибуток падатиме. Крім того, згідно з рівнянням (2.43), якщо вартість кредитних ресурсів для банку, R , є настільки великою, що не існує \bar{w}^j , яке генеруватиме достатній дохід, який може покрити витрати, то банк також не видаватиме кредити.

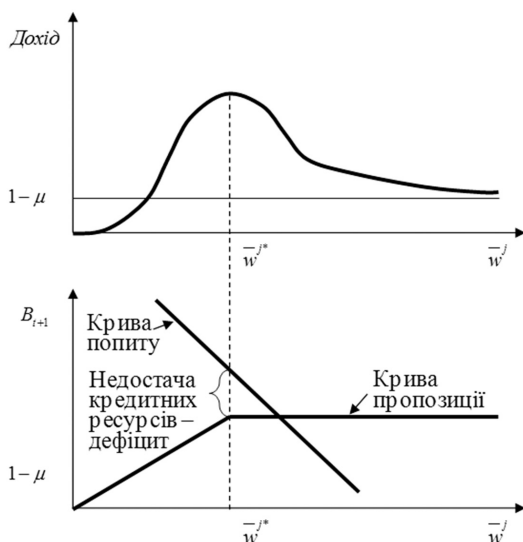


Рис. 2.5. Схематичне зображення досягнення рівноваги при кредитному нормуванні на основі концепції платного моніторингу
Джерело: розроблено авторами на основі [80]

З розв'язання задачі максимізації (2.45)–(2.46) на основі (2.63), (2.64) та (2.65) випливає, що функція $\rho\left(\bar{w}^j\right)$ є строго зростаючою на інтервалі $\bar{w}^j \in (0, \bar{w}^{j*})$. Це означає, що існує обернена до неї функція, яку можна записати у вигляді $\bar{w}^j = \bar{w}_s^j(s)$.

На основі рівності (2.51) отримаємо:

$$k = \Psi\left(\bar{w}^j\right) = 1 + \frac{\lambda\left(\Gamma\left(\bar{w}^j\right) - \mu G\left(\bar{w}^j\right)\right)}{1 - \Gamma\left(\bar{w}^j\right)}. \quad (2.67)$$

Дослідимо властивості функції $\Psi\left(\bar{w}^j\right)$. З (2.67) випливає:

$$\begin{aligned} \Psi'\left(\bar{w}^j\right) &= \left(1 + \frac{\lambda\left(\Gamma\left(\bar{w}^j\right) - \mu G\left(\bar{w}^j\right)\right)}{1 - \Gamma\left(\bar{w}^j\right)}\right)' = \\ &= \frac{\lambda'}{\lambda}\left(\Psi\left(\bar{w}^j\right) - 1\right) + \frac{\Gamma'\left(\bar{w}^j\right)}{1 - \Gamma\left(\bar{w}^j\right)}\Psi\left(\bar{w}^j\right) > 0 \text{ для } \bar{w}^j \in (0, \bar{w}^{j*}), \end{aligned} \quad (2.68)$$

$$\lim_{\bar{w}^j \rightarrow 0} \Psi\left(\bar{w}^j\right) = \lim_{\bar{w}^j \rightarrow 0} \left(1 + \frac{\lambda\left(\Gamma\left(\bar{w}^j\right) - \mu G\left(\bar{w}^j\right)\right)}{1 - \Gamma\left(\bar{w}^j\right)}\right) = 1 + \frac{1 * 0}{1 - 0} = 1, \quad (2.69)$$

$$\lim_{\bar{w}^j \rightarrow \bar{w}^{j*}} \Psi\left(\bar{w}^j\right) = \lim_{\bar{w}^j \rightarrow \bar{w}^{j*}} \left(1 + \frac{\left(\lambda\left(\bar{w}^j\right) = \infty\right)\left(0 < \left(\Gamma\left(\bar{w}^j\right) - \mu G\left(\bar{w}^j\right) < \infty\right)\right)}{0 < \left(1 - \Gamma\left(\bar{w}^j\right)\right) < \infty}\right) = \infty. \quad (2.70)$$

Таким чином, ми можемо знайти для $\Psi(\bar{w}^j)$ обернену функцію $\bar{w}^j = \bar{w}_k^j(k)$ та виразити її через:

$$k = \Psi(\bar{w}^j) = \Psi(\bar{w}_s^j(s)) = \psi(s), \quad (2.71)$$

де $\psi'(s) > 0$ для $s \in (0, s^*)$. Функція $k = \psi(s)$ є зростаючою функцією відношення розміру капіталу до вартості чистих активів підприємства залежно від надлишкового доходу. Цей висновок є важливим для розуміння сутності дії фінансового акселератора.

Крім того, при моделюванні впливу фінансового сектору на економічну ситуацію країни важливо оцінити ризик не тільки на рівні окремих підприємств, але й на макрорівні.

Моделювання ринкового макроризику. Для послаблення припущення про те, що ринкова дохідність, R_{t+1}^k , є детерміністичною величиною, припустимо, що поряд з ризиком на рівні підприємства, w^j , присутня також загальна макроекономічна ризикованість ринку. У цьому випадку ринкова дохідність, R_{t+1}^k , стає волатильною величиною. Припустимо, що її можна виразити як $\tilde{u}R_{t+1}^k$, де \tilde{u} є незалежно розподіленою в часі величиною з математичним сподіванням, що дорівнює одиниці ($E(\tilde{u}) = 1$). Сукупний дохід підприємства становитиме $w^j \tilde{u} R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j$. Задача оптимізації у цьому випадку є практично аналогічною до задачі, де ринковий ризик відсутній і яка була досліджена вище, тому проаналізуємо лише основні кроки її розв'язку.

Лагранжіан може бути записано в такому загальному вигляді:

$$\max_{k, \bar{w}^j} L^a(k, \bar{w}^j) = E\left(\left(1 - \Gamma(\bar{w}^j)\right)\tilde{u}sk + \lambda\left(\left(\Gamma(\bar{w}^j) - \mu G(\bar{w}^j)\right)\tilde{u}sk - (k-1)\right)\right). \quad (2.72)$$

Для спрощення задамо функцію $Y(\bar{w}^j) = 1 - \Gamma(\bar{w}^j) + \lambda\left(\Gamma(\bar{w}^j) - \mu G(\bar{w}^j)\right)$. Тоді умови першого порядку матимуть такий

вигляд (аналогічно задачі оптимізації (2.45)–(2.46)):

$$\frac{\partial L^a}{\partial \bar{w}^j} = -\Gamma'(\bar{w}^j) \tilde{u} s k + \lambda \left(\Gamma'(\bar{w}^j) - \mu G'(\bar{w}^j) \right) \tilde{u} s k = \Gamma'(\bar{w}^j) + \lambda \left(\Gamma'(\bar{w}^j) - \mu G'(\bar{w}^j) \right) = 0, \quad (2.73)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial L^a}{\partial k} &= E \left(\left(1 - \Gamma(\bar{w}^j) \right) \tilde{u} s + \lambda \left(\Gamma(\bar{w}^j) - \mu G(\bar{w}^j) \right) \tilde{u} s - \lambda \right) = \\ &= E \left(\left(\left(1 - \Gamma(\bar{w}^j) \right) + \lambda \left(\Gamma(\bar{w}^j) - \mu G(\bar{w}^j) \right) \right) \tilde{u} s - \lambda \right) = E \left(Y(\bar{w}^j) \tilde{u} s - \lambda \right) = 0, \quad (2.74) \end{aligned}$$

$$\frac{\partial L^a}{\partial \lambda} = \left(\Gamma(\bar{w}^j) - \mu G(\bar{w}^j) \right) \tilde{u} s k - (k - 1) = 0. \quad (2.75)$$

На основі обмеження для банку, яке стає рівністю в цьому випадку, можна виразити \bar{w}^j як функцію інших змінних $\bar{w}^j = \bar{w}^j(\tilde{u}, s, k)$. Далі знайдемо такі похідні:

$$\frac{\partial \bar{w}^j}{\partial s} = \frac{-\left(\Gamma(\bar{w}^j) - \mu G(\bar{w}^j) \right)}{\left(\Gamma'(\bar{w}^j) - \mu G'(\bar{w}^j) \right) s} < 0, \quad (2.76)$$

$$\frac{\partial \bar{w}^j}{\partial k} = \frac{1}{\left(\Gamma'(\bar{w}^j) - \mu G'(\bar{w}^j) \right) \tilde{u} s} > 0. \quad (2.77)$$

Знайдемо загальний диференціал для умови першого порядку (2.74):

$$E \left(\tilde{u} Y(\bar{w}^j) ds + \tilde{u} s Y'(\bar{w}^j) \left(\frac{\partial \bar{w}^j}{\partial s} ds + \frac{\partial \bar{w}^j}{\partial k} dk \right) - \lambda'(\bar{w}^j) \left(\frac{\partial \bar{w}^j}{\partial s} ds + \frac{\partial \bar{w}^j}{\partial k} dk \right) \right) = 0, \quad (2.78)$$

звідки отримаємо:

$$\frac{dk}{ds} = \frac{E \left(\left(\tilde{u} s Y'(\bar{w}^j) - \lambda'(\bar{w}^j) \right) \frac{\partial \bar{w}^j}{\partial s} + \tilde{u} Y(\bar{w}^j) \right)}{E \left(\left(\lambda'(\bar{w}^j) - \tilde{u} s Y'(\bar{w}^j) \right) \frac{\partial \bar{w}^j}{\partial k} \right)}. \quad (2.79)$$

Беручи до уваги, що

$$Y'(\bar{w}^j) = \lambda'(\bar{w}^j) \left(\Gamma(\bar{w}^j) - \mu G(\bar{w}^j) \right), \quad (2.80)$$

отримаємо

$$\lambda'(\bar{w}^j) - Y'(\bar{w}^j) \tilde{u}s = \lambda'(\bar{w}^j) \left(1 - \left(\Gamma(\bar{w}^j) - \mu G(\bar{w}^j) \right) \tilde{u}s \right) = \lambda'(\bar{w}^j) k^{-1}. \quad (2.81)$$

Вираз (2.80) дозволяє спростити $\frac{dk}{ds}$ до такого вигляду:

$$\frac{dk}{ds} = \frac{E \left(\tilde{u}s Y'(\bar{w}^j) - \lambda'(\bar{w}^j) \frac{\partial \bar{w}^j}{\partial s} \right)}{E \left(\lambda'(\bar{w}^j) \frac{\partial \bar{w}^j}{\partial k} \right)}. \quad (2.82)$$

Враховуючи те, що $\frac{\partial \bar{w}^j}{\partial s} < 0$, $\frac{\partial \bar{w}^j}{\partial k} > 0$ та $\lambda'(\bar{w}^j) > 0$, то на основі (2.81) $\frac{dk}{ds} > 0$, тобто можна записати функцію $k = \psi_a(s)$, де $k' = \psi'_a(s) > 0$, яка є аналогічною до попередньо описаного випадку без введення ризикованості сукупного доходу.

Розглянемо особливості включення рівняння фінансового акселератора в модель ДСЗР. Зауважимо, що для спрощення перетворень ми розглянемо варіант без урахування макроризику, оскільки це суттєво не впливає на кінцевий результат моделювання за рахунок агрегування, тобто переходу від мікро- до макрорівня. Дійсно,

отримане раніше рівняння (2.71) $E(R_{t+1}^k) = s \left(\frac{N_{t+1}^j}{Q_t K_{t+1}^j} \right) R_{t+1} \frac{P_{t+1}}{P_{t+2}}$, або $\frac{N_{t+1}^j}{Q_t K_{t+1}^j} = \psi \left(\frac{R_{t+1}^k}{R_{t+1}} \frac{P_{t+2}}{P_{t+1}} \right)$ ($s(\bullet)$ є оберненою функцією до $\psi(\bullet)$), описує

зв'язок між змінними для окремого підприємства-посередника j . Для наступного переходу від мікрорівня (окремого підприємства) до макрорівня припустимо, що в економіці є *Ent* підприємств-посередників. Проведемо агрегування рівності (2.71) до макрорівня:

$$\sum_{j=1}^{Ent} \frac{N_{t+1}^j}{Q_t} = \sum_{j=1}^{Ent} \psi \left(\frac{R_{t+1}^k}{R_{t+1}} \frac{P_{t+2}}{P_{t+1}} \right) K_{t+1}^j \rightarrow E(R_{t+1}^k) = s \left(\frac{N_{t+1}}{Q_t K_{t+1}} \right) R_{t+1} \frac{P_{t+1}}{P_{t+2}}, \quad (2.83)$$

де $N_{t+1} = \sum_{j=1}^{Ent} N_{t+1}^j$ – сумарні чисті активи економіки;

$K_{t+1} = \sum_{j=1}^{Ent} K_{t+1}^j$ – сумарні виробничі фонди (капітал) економіки.

Нехай V_t – це власний капітал усіх підприємців в економіці, а W_t^e – їх сукупна зарплата. Враховуючи те, що до наступного періоду $1-\gamma$ підприємств буде закрито (свою частку вони споживають, тобто $C_t^e = (1-\gamma)V_t$), то вартість чистих активів в економіці становитиме:

$$N_{t+1} = \gamma V_t + \frac{W_t^e}{P_t}, \quad (2.84)$$

$$\text{де } V_t = R_t^k Q_{t-1} K_t - \left(R_t \frac{P_t}{P_{t+1}} + \frac{\mu \int_0^{\bar{w}} w R_t^k Q_{t-1} K_t dF(w)}{Q_{t-1} K_t - N_t} \right) (Q_{t-1} K_t - N_t) -$$

агрегований прибуток підприємств-посередників, який повністю рекапіталізується (при агрегуванні слід враховувати, що $E(\bar{w})=1$).

На основі функції Коба – Дугласа (2.15) та (2.16), прирівнюючи граничний продукт праці до граничного доходу для домогосподарств та підприємств-посередників, отримаємо:

$$(1-\alpha)\Omega \frac{Y_t}{H_t} = \frac{1}{P_t^w} W_t, \quad (2.85)$$

$$(1-\alpha)(1-\Omega) \frac{Y_t}{H_t^e} = \frac{1}{P_t^w} W_t^e. \quad (2.86)$$

Використовуючи (2.84) та (2.86) і нормалізувавши зайнятість власників підприємств, H_t^e , до одиниці, отримаємо:

$$N_{t+1} = \gamma \left(R_t^k Q_{t-1} K_t - \left(R_t \frac{P_t}{P_{t+1}} + \frac{\mu \int_0^{\bar{w}} w dF(w) R_t^k Q_{t-1} K_t}{Q_{t-1} K_t - N_t} \right) (Q_{t-1} K_t - N_t) + \right. \\ \left. + (1-\alpha)(1-\Omega) Y_t \frac{P_t^w}{P_t} \right). \quad (2.87)$$

Виведений зв'язок між капіталом, який закупає підприємство, та фінансовими умовами на ринку є ключовим у моделі фінансового акселератора і використовуватиметься в загальній моделі рівноваги. На останньому етапі до розробленої моделі додається рівняння фондової бульбашки.

2.2. Модель циклічного розвитку фондової бульбашки як основного дестабілізатора фондового ринку

Формалізацію процесів утворення та еволюції фондової бульбашки, а також її вплив на економічну стабільність було досліджено багатьма вченими, частина з яких вказує на проблеми з використанням стандартних підходів до аналізу та прогнозування фінансових систем [117]. Незважаючи на це, на сьогодні запропоновано декілька класичних варіантів моделювання фондової бульбашки, серед яких слід виокремити підходи із врахування її ендогенності або екзогенності при включенні в макромодель економічної системи. При цьому припускається, що екзогенна фондова бульбашка розвивається як заданий ззовні (екзогенно) процес відхилення спекулятивної ціни від фундаментальної, тоді як ендогенна бульбашка моделюється «зсередини» моделі, де остання і повинна пояснити появу та еволюцію відхилення цін на фондовому ринку. Слід відзначити, що екзогенну бульбашку можна розглядати як частковий випадок ендогенного процесу, що значно спрощує її моделювання. Саме такий підхід і було обрано для дослідження впливу розвитку та зростання флуктуацій на фондовому ринку на стабільність української економіки та аналізу дій Національного банку. При цьому актуальною залишається проблема адаптації відомих моделей фінансової бульбашки до реалій української економіки. Проведений

попередній аналіз існуючих підходів дозволив зробити висновок про можливість використання моделі екзогенної бульбашки як базової для економіки України [86]. Припустимо, що фундаментальна вартість одиниці капіталу, яка генерує нескінченний потік дивідендів та амортизується кожного періоду, становитиме за формулою Гордона величину, яку можна визначити на основі рівняння:

$$Q_t = E_t \sum_{i=0}^{\infty} \frac{\left((1-\delta)^i D_{t+1+i} \right)}{\prod_{j=0}^i R_{t+1+j}^k} = E_t \frac{(D_{t+1} + (1-\delta)Q_{t+1})}{R_{t+1}^k}, \quad (2.88)$$

де E_t – оператор математичного очікування в період t ;

D_{t+1} – розмір дивідендів на одиницю капіталу;

R_{t+1}^k – відсоткова ставка;

δ – рівень амортизації капіталу.

Відповідно, Q_t є фундаментальною ціною одиниці капіталу, яка ґрунтується на очікуваних показниках діяльності компанії, зокрема її дивідендної політики. Фундаментальна ціна капіталу може відрізнитися від ринкової спекулятивної ціни, SF_t , таким чином, що $SF_t - Q_t \neq 0$. Якщо різниця між ринковою та фундаментальною ціною зростає і є позитивною, то утворюється бульбашка. При цьому, якщо вона зростає за модулем і є негативною, то утворюватиметься негативна бульбашка. Так, наприклад, різке падіння фондового ринку України наприкінці 2008 року, ймовірно, є негативною бульбашкою, яка прийшла на зміну позитивній – різкому росту в попередні роки.

Припустимо, що p – ймовірність того, що бульбашка не лопне наступного періоду. Якщо бульбашка лопає (з ймовірністю $(1-p)$), то $SF_t - Q_t = 0$. Тоді теперішню приведену вартість такої бульбашки (розглядатимемо тільки позитивні бульбашки, для негативних аналіз є аналогічним) у період $(t+1)$ можна визначити за формулою:

$$p \left(\frac{SF_{t+1} - Q_{t+1}}{R_{t+1}^k} \right) \Bigg|_{SF_{t+1} - Q_{t+1} \neq 0} + (1-p) \left(\frac{SF_{t+1} - Q_{t+1}}{R_{t+1}^k} \right) \Bigg|_{SF_{t+1} - Q_{t+1} = 0} < (SF_t - Q_t). \quad (2.89)$$

Отже, коли бульбашка лопає, то другий доданок нерівності дорівнюватиме нулю, тобто спекулятивна ціна дорівнює фундаментальній.

Зауважимо, що, згідно з формулою (2.89), розвиток бульбашки можна описати таким законом:

$$SF_{t+1} - Q_{t+1} = \frac{a}{p}(SF_t - Q_t)R_{t+1}^k, \quad (2.90)$$

де $p < a < 1$, a – це параметр, що перетворює нерівність (2.89) у рівність. За умови $\frac{a}{p} > 1$ бульбашка зростає як заданий ззовні екзогенний процес.

Беручи до уваги сильну залежність фондового ринку України від припливу та відпливу зовнішнього капіталу, розвиток бульбашки в українських реаліях буде близьким до описаної екзогенної моделі. Для спрощення припустимо, що після того, як бульбашка утворилась і лопнула, вона більше не може виникати. Спочатку розглянемо ситуацію, коли відбувається процес утворення бульбашки, тобто $p = 1$:

$$E_t \left(\frac{SF_{t+1} - Q_{t+1}}{R_{t+1}^k} \right) = a(SF_t - Q_t). \quad (2.91)$$

Використовуючи (2.88) та (2.91), отримаємо:

$$SF_t = E_t \frac{D_{t+1} + (1 - \delta)SF_{t+1}}{R_{t+1}^{sf}}, \quad (2.92)$$

де R_{t+1}^{sf} – ринкова дохідність акцій, що пов'язана з фундаментальною дохідністю, R_{t+1}^k , визначається таким чином:

$$R_{t+1}^{sf} = R_{t+1}^k \left(b_f + (1 - b_f) \frac{Q_t}{SF_t} \right), \text{ за умови, що } b_f \equiv a(1 - \delta).$$

Отже, якщо $\frac{SF_t}{Q_t} > 1$, то ми спостерігатимемо позитивну бульбашку, а якщо $\frac{SF_t}{Q_t} < 1$ – негативну на основі рівняння (2.90).

Наприклад, у першому випадку матимемо такий ланцюг причинно-наслідкових подій, коли утворення позитивного збурення в певному періоді буде генерувати все більші збурення у всіх наступних періодах, аж поки бульбашка не лопне:

$$\frac{SF_t}{Q_t} > 1 \rightarrow SF_t - Q_t > 0 \rightarrow SF_{t+1} - Q_{t+1} > 0 \rightarrow \frac{SF_{t+1}}{Q_{t+1}} > 1 \text{ і так далі. Слід}$$

також зазначити, що на основі (2.91) теперішня вартість бульбашки становитиме:

$$E_t \left(\frac{SF_{t+i} - Q_{t+i}}{\prod_{j=1}^i R_{t+j}^k} \right) = a^i (SF_t - Q_t). \quad (2.93)$$

Ця величина спадатиме до нуля з плином часу, і бульбашка зникатиме автоматично, оскільки при прямуванні часового горизонту до нескінченності граничне значення теперішньої вартості, визначеної за (2.93), прямуватиме до нуля, що можна записати таким чином:

$$\lim_{i \rightarrow \infty} E_t \left(\frac{SF_{t+i} - Q_{t+i}}{\prod_{j=1}^i R_{t+j}^k} \right) = 0 \text{ при } a < 1. \quad (2.94)$$

Як було зазначено, існують два головні канали, через які фондовий ринок може впливати на реальну економіку. Перший – це ефект багатства, коли домогосподарства (власники підприємств) зазвичай збільшують рівень свого споживання, коли рівень їхніх активів (багатства) зростає. Другий – це ефект балансу, коли зростання акційних котирувань збільшує вартість чистих активів підприємства. Маючи більше ресурсів на балансі, підприємство зможе залучати зовнішній капітал з меншими витратами. Оскільки для української економіки цей факт не є показовим, то ми припускаємо, як і в [86], що підприємство приймає інвестиційні рішення на основі фундаментальної, а не спекулятивної вартості капіталу. Це виключатиме можливість арбітражу, коли компанія може формувати капітал за фундаментальною ціною і продавати його за спекулятивною ціною при первинному чи вторинному розміщенні акцій або іншим способом.

Таким чином, процес утворення та розвиток фінансової бульбашки для економіки України можна описати ключовим рівнянням (2.90). У стані рівноваги спекулятивна ціна дорівнюватиме

фундаментальній, а бульбашка виникатиме при розходженні цих показників.

Для аналізу необхідності реакції НБУ на зміну котирувань на фондовому ринку насамперед важливо адекватно формалізувати правило монетарної політики. Розглянемо достатньо популярний спрощений підхід, у якому використовується логлінеаризоване правило, де важливим інструментом монетарної політики НБУ виступає облікова ставка. Припускається, що НБУ встановлює облікову ставку як середньозважене значення попереднього рівня облікової ставки та коригує її відповідно до очікуваного рівня інфляції: $r_t^n = \rho \sigma r_{t-1}^n + (1 - \rho \sigma) \zeta E_t \pi_{t+1}$, де r_t^n – логлінеаризована номінальна облікова ставка; π_t – інфляція; $\rho \sigma$ та ζ – параметри. Для спрощення викладок припустимо також, що НБУ може проводити два типи монетарної політики щодо інфляції: агресивна реакція при $\zeta = 2,0$ та акомодацийна – $\zeta = 1,1$ (підібрані значення є типовими й обґрунтовуються та застосовуються в багатьох дослідженнях, що розглядають проблеми моделювання монетарного правила). Проводячи агресивну політику, НБУ порівняно сильно реагує на очікувану інфляцію, значно підвищуючи облікову ставку для охолодження економіки та зниження темпу росту цін. Амплітуда реакції НБУ при проведенні акомодацийної політики менша, тобто при зміні інфляції на 1 % відсоткова ставка зміниться тільки на 1,1 %, а не на 2,0 %, як при агресивній. До монетарних правил додається також облікова ставка минулого періоду, r_{t-1}^n , та коефіцієнт згладжування, $0 < \rho \sigma < 1$, які унеможливають різку зміну центральним банком відсоткової ставки при високих значеннях коефіцієнта згладжування (різка зміна зазвичай є нетиповою та неоптимальною для економіки країни).

Наступним кроком у процесі формування правила монетарної політики є формалізація можливої реакції НБУ на зміни на фондовому ринку, $r_t^n = \rho \sigma r_{t-1}^n + (1 - \rho \sigma) (\zeta E_t \pi_{t+1} + \psi s f_{t-1})$, де $s f_t$ – ціна на фондовому ринку (фондовий індекс); ψ – параметр, що вимірює чутливість встановлення облікової ставки до змін на ринку капіталів. Центральний банк коригує облікову ставку на величину, що дорівнює добутку параметра ψ та логарифма частки зміни ціни на ринку акцій до її довгострокового значення. У довгостроковому періоді (бульбашка відсутня) $s f_t = 0$. Для прикладу розглянемо ситуацію,

коли ціна відхилилась від довгострокової на 1 %: $sf_{t-1} = 0,01$. Тоді для того, щоб зупинити чи послабити вплив бульбашки (вона розвиватиметься за законом рівняння (2.90), яке у лог-лінеаризованій формі задано в (2.121), центральний банк збільшить облікову ставку на $r_t^n = (1 - \rho\phi)\psi sf_{t-1}$, охолоджуючи економіку.

На основі проаналізованих можливих правил монетарної політики отримано 4 варіанти поведінки НБУ, які у формалізованому вигляді наведено в табл. 2.1. Перше та друге правила (третій стовпець табл. 2.1) передбачають, що центральний банк реагує тільки на інфляцію, і відрізняються вони за силою цієї реакції. Тоді як третє та четверте правила (четвертий стовпець табл. 2.1) передбачають реакцію не тільки на інфляцію, але й на зміни на фондовому ринку. Зауважимо, що наведені в табл. 2.1 монетарні правила в подальшому будуть включені та тестуватимуться в рамках загальної макро-економічної моделі (див. рівняння (2.122)).

Таблиця 2.1

Монетарні правила для тестування та аналізу ключової гіпотези щодо необхідності реагування НБУ на зміни на фондовому ринку

		Тип політики щодо фондового ринку	
		Без прямої реакції, $\psi = 0$	Пряма реакція, $\psi > 0$
Тип політики щодо інфляції	Агресивна, $\varsigma = 2,0$	$r_t^n = \rho\phi r_{t-1}^n + (1 - \rho\phi)(2,0E_t\pi_{t+1} + \psi sf_{t-1})$	$r_t^n = \rho\phi r_{t-1}^n + (1 - \rho\phi)(2,0E_t\pi_{t+1} + \psi sf_{t-1})$
	Акомодатійна, $\varsigma = 1,1$	$r_t^n = \rho\phi r_{t-1}^n + (1 - \rho\phi)1,1E_t\pi_{t+1}$	$r_t^n = \rho\phi r_{t-1}^n + (1 - \rho\phi)(1,1E_t\pi_{t+1} + \psi sf_{t-1})$

Джерело: розроблено авторами на основі [86]

Описана та проаналізована вище система рівнянь відображає в сукупності модель економіки України. Оскільки вона є нелінійною, то її реалізація значно ускладнюється. Тому пропонується лог-лінеаризувати систему рівнянь навколо рівноважного стану. Опишемо спочатку загальний алгоритм лог-лінеаризації. Позначатимемо рівноважне значення певної змінної відповідним великим символом, а логарифм відхилення змінної від

її рівноважного значення – малим символом з індексом t , наприклад: нехай $w_t = \ln \frac{W_t}{W}$. Задамо певне рівняння як:

$$W_{0t} = W(W_{1t}, W_{2t}, \dots, W_{Lt}), \quad (2.95)$$

де $W_{0t}, W_{1t}, W_{2t}, \dots, W_{Lt}$ – змінні, а $W(\bullet)$ – диференційована функція.

Тоді на основі (2.95) можемо отримати таке співвідношення:

$$\begin{aligned} \ln W_{0t} = \ln W(W_{1t}, W_{2t}, \dots, W_{Lt}) &\rightarrow \left| \ln W_0 = \ln W(W_1, W_2, \dots, W_L) \right|_{\text{у стані рівноваги}} \rightarrow \\ &\left| \text{перше наближення методом Тейлора} \right| \rightarrow \ln W_{0t} - \ln W_0 \approx \\ &\approx \sum_{i=1}^L \frac{\partial \ln W(W_{1t}, W_{2t}, \dots, W_{Lt})}{\partial W_i} (W_{it} - W_i) \rightarrow \ln W_{0t} - \ln W_0 \approx \\ &\approx \sum_{i=1}^L \frac{W_i}{W(W_1, W_2, \dots, W_L)} \frac{\partial W(W_{1t}, W_{2t}, \dots, W_{Lt})}{\partial W_i} \left(\frac{W_{it} - W_i}{W_i} \right) \\ &\rightarrow |w_i = \ln \frac{W_i}{W} \approx \frac{W_{it} - W_i}{W_i}| \rightarrow \ln w_0 \approx \sum_{i=1}^L el_{iW_1, W_2, \dots, W_L} \ln w_i, \quad (2.96) \end{aligned}$$

де $el_{iW_1, W_2, \dots, W_L}$ – еластичність W_{0t} відносно W_{it} , що оцінена для стану рівноваги.

У результаті лінеаризації та з урахуванням наведених вище позначень отримаємо таку лінійну систему рівнянь (2.97)–(2.133):

Рівняння попиту:

$$y_t = \frac{C^H}{Y} c_t^H + \frac{C^e}{Y} c_t^e + \frac{C^{H*}}{Y} c_t^{H*} + \frac{I^H}{Y} i a_{t-1}^H + \frac{G}{Y} g_t, \quad (2.97)$$

$$(1-\beta b)(1-b)\lambda_t = bc_{t-1} + (1+\beta b^2)c_t + \beta bc_{t+1} + (1-b)(sh_t^{pref} - \beta bsh_{t+1}^{pref}), \quad (2.98)$$

$$\lambda_{t+1} = \lambda_t - r_t + \pi_{t+1}, \quad (2.99)$$

$$c_t = \gamma ic_t^H + (1-\gamma i)c_t^F, \quad (2.100)$$

$$c_t^H = c_t^F - \rho o(p_t^H - p_t^F), \quad (2.101)$$

$$p_t = \gamma ip_t^H + (1-\gamma i)p_t^F, \quad (2.102)$$

$$c_t^{H*} = wi(-xi(p_t^{H*} - p_t^{F*}) + y_t^*) + (1-wi)c_{t-1}^{H*}, \quad (2.103)$$

$$i_t = \gamma iiii_t^H + (1-\gamma ii)i_t^F, \quad (2.104)$$

$$i_t^H = i_t^F - \rho oi(p_t^H - p_t^F), \quad (2.105)$$

$$p_{I,t} = \gamma iip_t^H + (1-\gamma ii)p_t^F, \quad (2.106)$$

$$c_t^e = \frac{K}{N}(r_t^{sf} - r_t - p_t + p_{t+1} - p_{t-1}) + n_{t-1} + r_t + p_t - p_{t+1} + p_{t-1}, \quad (2.107)$$

$$-\lambda_t - m_t + sh_t^{pref} + sh_t^{md} = \frac{1}{R-1}r_t, \quad (2.108)$$

$$y_t - h_t = w_t + x_t + p_t^H, \quad (2.109)$$

$$r_{t+1}^{sf} = (1-\epsilon)(y_{t+1} - k_{t+1} + x_{t+1} + p_{t+1}^H - p_t) + \epsilon sf_{t+1} - sf_t. \quad (2.110)$$

Рівняння сукупної пропозиції:

$$y_t = a_t + \alpha k_t + (1-\alpha)\Omega h_t, \quad (2.111)$$

$$\lambda_t + w_t - sh_t^{pref} = \frac{H}{1-H}h_t, \quad (2.112)$$

$$E_t(r_{t+1}^{sf}) - r_{t+1} + p_{t+1} - p_t = -v(n_t - (q_t + k_t)). \quad (2.113)$$

Ціноутворення та відсоткові ставки:

$$q_{t+1} = \varphi \left(ia_t - k_{t+1} + x_{t+1}^I + \pi_{t+1}^I - \pi_{t+1} \right), \quad (2.114)$$

$$\pi_t^H = \frac{(1-\theta)(1-\theta\beta)}{\theta(1+\beta\gamma_p)}(-x_t) + \frac{\beta}{1+\beta\gamma_p} E_t \pi_{t+1}^H + \frac{\gamma_p}{1+\beta\gamma_p} E_t \pi_{t-1}^H, \quad (2.115)$$

$$\pi_t^F = \frac{(1-\theta)(1-\theta\beta)}{\theta(1+\beta\gamma_{FP})}(-x_t) + \frac{\beta}{1+\beta\gamma_{FP}} E_t \pi_{t+1}^F + \frac{\gamma_{FP}}{1+\beta\gamma_{FP}} E_t \pi_{t-1}^F, \quad (2.116)$$

$$\psi i_t = \psi^R b_t^* + e_t^{\psi i}. \quad (2.117)$$

Зовнішній сектор:

$$B^* b_t^* - n x_t + S T^* (s_t + i_t^*) = B^* R (b_{t-1}^* + r_t). \quad (2.118)$$

Рівняння, що описує зміну стану:

$$n_t = \gamma R^k \left(\frac{K}{N} (r_t^{sf} - r_t - p_t + p_{t+1} - p_{t-1}) + \frac{1-\gamma R^k}{\gamma} y_t + n_{t-1} \right), \quad (2.119)$$

$$k_{t+1} = \delta i_t + (1-\delta) k_t, \quad (2.120)$$

$$sf_t - q_t + \sigma_{bubble} \varepsilon_t^{bubble} = \frac{1-\delta}{b_f R^k} E_t (sf_{t+1} - q_{t+1}). \quad (2.121)$$

Монетарне правило:

$$r_t = \gamma_R r_{t-1} + (1-\gamma_R) (\gamma_D \pi_{t+1} + \gamma_y y_t + \gamma_{\mu u} \mu u_t + \gamma_s s_t + \gamma_{sf} sf_{t-1}) - \sigma_r \varepsilon_t^r. \quad (2.122)$$

Шоки:

$$\mu u_t = m_t - m_{t-1} + \pi_t, \quad (2.123)$$

$$i_t = ia_{t-1}, \quad (2.124)$$

$$g_t = \rho_g g_{t-1} + \sigma_g \varepsilon_t^g, \quad (2.125)$$

$$a_t = \rho_a a_{t-1} + \sigma_a \varepsilon_t^a, \quad (2.126)$$

$$sh_t^{pref} = \rho_{pref} sh_{t-1}^{pref} + \sigma_{pref} \varepsilon_t^{pref}, \quad (2.127)$$

$$sh_t^{md} = \rho_{md} sh_{t-1}^{md} + \sigma_{md} \varepsilon_t^{md}, \quad (2.128)$$

$$x_t^I = \rho_x x_{t-1}^I + \sigma_x \varepsilon_t^x, \quad (2.129)$$

$$e_t^{\Psi_i} = \rho_{\Psi_i} e_{t-1}^{\Psi_i} + \sigma_{\Psi_i} \varepsilon_t^{\Psi_i}, \quad (2.130)$$

$$t_t^* = \rho_{t^*} t_{t-1}^* + \sigma_{t^*} \varepsilon_t^{t^*}, \quad (2.131)$$

$$y_t^* = \rho_{y^*} y_{t-1}^* + \sigma_{y^*} \varepsilon_t^{y^*}, \quad (2.132)$$

$$p_t^{F*} = \rho_{p^{F*}} p_{t-1}^{F*} + \sigma_{p^{F*}} \varepsilon_t^{p^{F*}}, \quad (2.133)$$

де E_t – оператор математичного сподівання (очікування, що формуються на основі доступної інформації в період t);
лог-лінеаризовані змінні:

y_t – реальний ВВП;

c_t^H – споживання домогосподарствами вітчизняних товарів;

c_t^{H*} – експорт;

p_t^{H*} – ціни на експорт;

c_t^e – споживання підприємців;

sh_t^{pref} – шок уподобань;

sh_t^{md} – шок попиту на гроші;

i_t^H – вітчизняні інвестиції;

i_t^F – закордонні інвестиції;

i_t – сукупні інвестиції;

x_t^I – інвестиційний шок;

ia_t – сукупні інвестиції в минулому періоді;

- λ_t – непряма вартість споживання;
 g_t – урядові видатки;
 p_t , p_t^H та p_t^F – сукупний, вітчизняний та закордонний рівні цін;
 p_t^I – рівень цін на інвестиційні товари;
 m_t – грошові залишки;
 μ_t – приріст грошової маси;
 sf_t – ціна акцій (спекулятивна) на ринку;
 q_t – фундаментальна ціна акцій;
 k_t – розмір капіталу;
 r_t – номінальна відсоткова ставка;
 r_t^{sf} – дохідність, що розрахована на основі спекулятивної ціни на акції;
 $mc_t = -x_t$ – відношення роздрібної ціни до оптової (гранична надбавка);
 a_t – продуктивність праці (технологія);
 h_t – робочий час;
 w_t – рівень зарплат;
 π_t , π_t^H та π_t^F – сукупний, вітчизняний та закордонний рівні інфляції (позначають зміну відповідного індексу цін);
 n_t – розмір чистих активів;
 y_t^* – ВВП решти світу;
 p_t^{F*} – рівень цін решти світу;
 ψ_t – премія за ризик;
 $e_t^{\psi_i}$ – шок премії за ризик;
 b_t^* – зовнішня заборгованість;
 nx_t – різниця між імпортом та експортом;
 t_t^* – трансфери із-за кордону;
 s_t – валютний курс;
 $Y, C^H, C^{H*}, I^H, G, C^e, H, R^k, R, N, K, B^*, S, T^*$ – стаціонарні значення відповідних змінних;

$\beta, \gamma_i, w_i, x_i, \gamma_{ii}, \varphi, \delta, b, \epsilon, v, \alpha, \Omega, \psi^R, b_f, \gamma, \gamma_P, \gamma_{FP}, \rho_0, \gamma_R, \gamma_{\Pi}, \gamma_y, \gamma_s, \gamma_{\mu}, \rho_g, \rho_a, \rho_{pref}, \rho_{md}, \rho_{x'}, \rho_{\Psi i}, \rho_{t^*}, \rho_{y^*}, \rho_{p^{f*}}$ – параметри моделі;

σ – стандартні відхилення;

ε_i – величини з нормальним стандартним розподілом.

Рівняння (2.97) отримано шляхом лінеаризації рівності (2.35).

Витрати на моніторинг, $\mu \int_0^w w dF(w) R_t^k Q_{t-1} K_t$, при релевантній калі-

брації та оцінці параметрів є величиною, яка мінімально впливає на коливання сукупного споживання. Рівняння (2.98) можна отримати з рівняння (2.8). Воно відображає міжчасовий зв'язок споживання товарів та послуг домогосподарствами. Рівняння (2.99) отримано з (2.6) і разом з (2.98) формують рівняння Ейлера. (2.100), (2.102), (2.105) та (2.106) – це лінеаризовані індекси, відповідно, споживання, споживчих цін, інвестицій та ціни на інвестиційні товари. (2.103) відображає попит на український експорт, а (2.101) та (2.105) характеризують умови першого порядку щодо оптимального розміщення грошових ресурсів на вітчизняні та імпорتنі товари. Рівняння (2.107) відображає рівень споживання підприємств-власників, який значною мірою залежить від дохідності капіталу на фондовій біржі, оскільки підприємці володіють акціями компанії і рівень їхнього багатства прямо пов'язаний з фондовим ринком. (2.108) та (2.109) – лог-лінеаризовані умови першого порядку з оптимізаційної задачі споживачів та фірм відповідно. (2.110) відображає дохідність капіталу. Лінеаризація функції Коба – Дугласа дає можливість отримати рівняння (2.111). (2.112) – аналог умови першого порядку (2.5). (2.113) та (2.114) відображають інвестиційний попит та ціни на капітал. Зокрема, (2.113) показує вплив чистої вартості активів на інвестиційний процес. За відсутності фінансових негнучкостей у формі фінансового акселератора $E_t(r_{t+1}^f) - r_t = 0$, тобто розмір інвестицій врівноважується в точці, де очікувана дохідність капіталу дорівнюватиме альтернативній вартості грошових ресурсів. У той же час, коли механізм фінансового акселератора присутній, то вартість зовнішніх грошових ресурсів залежатиме від того, наскільки чисті активи підприємства перевищуватимуть

сукупну вартість капіталу, яким підприємство володіє. Чим більша ця різниця, тим нижча відсоткова ставка на позичкові ресурси для інвестування і тим більшим буде розмір інвестицій.

Рівняння (2.115) отримано шляхом лінеаризації рівнянь (2.33) та (2.34) (детальне виведення показано в додатку А) [118]. Аналогічну криву можна вивести і для закордонного рівня цін. Логіка появи в кривій Філіпса граничної надбавки x_t така: компанія, яка не може змінити ціну через присутність цінової негнучкості, реагуватиме на зростання попиту на свою продукцію не підняттям цін, а збільшенням пропозиції; збільшення продажів вимагатиме більшої закупівлі товарів та послуг у підприємств-посередників, що дозволить домовитися з ними про зниження оптових цін (відповідно, про ріст граничної надбавки x_t), а це, своєю чергою, спричинятиме зменшення рівня цін в економіці.

(2.117) відображає лог-лінеаризовану премію за ризик. (2.119) та (2.120) описують еволюцію, відповідно, чистих активів підприємств та капіталу. Розмір чистих активів головним чином залежить від значення в минулому періоді та дохідності капіталу і вартості фінансових ресурсів. (2.121) моделює поведінку фінансової бульбашки. (2.122) рівняння відображає загальний вигляд монетарного правила; (2.125), (2.126), (2.127), (2.128), (2.129), (2.130), (2.131), (2.132), (2.133) є авторегресійними процесами першого порядку з відповідними шоками. Крім того, система також включає в себе механізм інвестиційних затримок, який реалізується за допомогою використання рівняння (2.114) в майбутньому, а не в теперішньому часі та введення рівності (2.124). (2.123) відображає ріст грошової маси, (2.118) показує зовнішню позицію країни. Введення інвестиційних затримок повинно точніше описати реакцію економічної системи на дію зовнішніх шоків. Крім того, підприємства дійсно планують інвестиційний процес на декілька періодів уперед. Також Бернанке та Гертлер показали, що інвестиційний попит реагує на шоки із запізненням у порівнянні з попитом домогосподарств: спочатку домогосподарства коригують свої плани, а тільки потім підприємства-інвестори [119].

Слід також зазначити, що виведення рівнянь (2.107) та (2.119) ґрунтуються на припущенні, що величини $(R^{sf} - R)$ та $(1 - \gamma R^{sf})(R^{sf} - 1)$ є вищого порядку малості в порівнянні зі стаціонарними значеннями

дохідності капіталу, а також з ігноруванням витрат на моніторинг при банкрутстві підприємства $\left(\mu \int_0^{\bar{w}} w dF(w) R_t^k Q_{t-1} K_t \right)$ та перевищенні роздрібною ціни над оптовою.

2.3. Особливості методів оцінювання розробленої динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги на основі байєсівської економетрики

Для отримання кінцевих значень параметрів моделі спочатку її потрібно розв'язати у просторову форму станів, а після цього можна визначити (оцінити) самі параметри. Отже, на першому етапі подається спосіб розв'язку моделі та розрахунок функції правдоподібності, а на другому етапі представлений метод байєсівської оцінки (рис. 2.6).

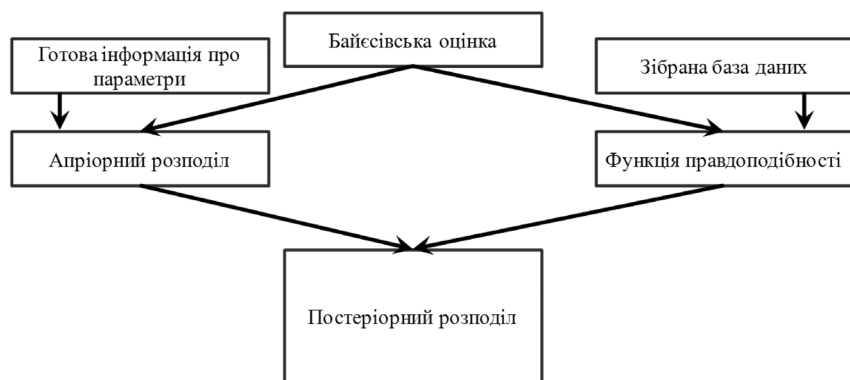


Рис. 2.6. Алгоритм байєсівської оцінки невідомих параметрів макромоделі
Джерело: розроблено авторами

Припустимо, що значення певної групи змінних можна спостерігати (виміряти). Наприклад, сюди можна включити ВВП, інфляцію та рівень безробіття тощо. Проте значення інших змінних є недоступними, їх не можна спостерігати. Змінні, які можна виміряти (дані моделі), включатимуть помилку вимірювання, тобто точні їхні

значення все-таки неможливо спостерігати. Крім того, динаміка цих змінних залежатиме також від змінних, які не можна спостерігати (змінних стану, наприклад, споживання, інвестицій тощо).

У результаті, нелінійну систему раціональних очікувань можна відобразити як модель простору станів, що складається з пов'язаних між собою двох блоків: рівняння тотожності та рівняння переходу. Рівняння тотожності, яке описує змінні, що можна спостерігати, має таку форму:

$$Yd_t = funcm(St_t, param, esh_t), \quad (2.134)$$

де Yd_t – вектор змінних, що спостерігаються;

St_t – вектор змінних, що не спостерігаються;

$param$ – вектор структурних параметрів, що описують уподобання, технологію тощо;

esh_t – вектор збурень змінних, що не спостерігаються (як правило, це похибка вимірювання).

Рівняння переходу, що пов'яже значення змінних з різних періодів часу (станів системи), може бути аналітично описане таким чином:

$$St_t = funct(St_{t-1}, param, esher_t), \quad (2.135)$$

де $esher_t$ – збурення (інновації).

Рівняння тотожності залежить від того, які змінні можна спостерігати. Вибір цих змінних значною мірою не регулюється. З теоретичного погляду, єдиним обмеженням є те, що кількість змінних, які спостерігаються, не може бути більшою, ніж кількість збурень (шоків) у моделі простору станів, оскільки система перетвориться зі стохастичної у детерміністичну, коли кожна додаткова змінна, що спостерігається, буде детерміністичною функцією від попередніх змінних. У цьому випадку значення функції правдоподібності становитиме $-\infty$ із ймовірністю 1.

Але, як показують емпіричні дослідження, стратегія вибору змінних на основі описаного вище теоретичного правила може призвести до негативних наслідків, зокрема нестабільності оцінок параметрів, які змінюватимуться залежно від того, які дані (змінні, що спостерігаються) використовуються для оцінки [120]. Тому рекомендується відбирати ті змінні, що спостерігаються, які є важливими для моделі. Наприклад, при аналізі монетарної політики значення відсоткової ставки на ринку є важливим числовим рядом, який потенційно варто

включити в групу змінних, що спостерігаються. До переліку змінних, які є базовими для включення в цю групу, можна внести сім числових рядів: ВВП, споживання, інвестиції, рівень зарплати, зайнятості, відсоткові ставки, інфляцію [120]. Моделі для опису відкритої економіки, ймовірно, повинні включати ще більше таких змінних, зокрема, обмінний курс, значення поточного балансу тощо. Існує також й альтернативний підхід щодо вибору змінних, які спостерігаються. Незважаючи на це, часто вважається, що для оцінки таких складних систем, як моделі ДСЗР, потрібна невелика кількість даних (наприклад, Сметс та Воутерс використали тільки сім числових рядів [121]). Такий підхід має дві проблеми [122]. По-перше, центральні банки та уряди країн мають доступ до значно більшої бази даних, ніж, можливо, потрібно для оцінки моделі ДСЗР, а, по-друге, як показують емпіричні факторні моделі, для характеристики економічної системи треба враховувати досить велику кількість індикаторів. Для вирішення цих проблем рекомендується не відкидати всі доступні числові ряди, а за допомогою факторного аналізу (визначення ключових факторів, які впливають на динаміку певних змінних) максимально ефективно використати доступну інформацію (дані) для оцінки моделі ДСЗР. Але, як зазначає Фернандез-Віллаверде, негативним у цьому підході є проблема ідентифікації (коли більше ніж одна множина параметрів однаково, зі статистичного погляду, моделюють економіку, тому важко визначити, тобто ідентифікувати, яка множина є точніша), яка і без факторного аналізу є значною для моделей ДСЗР [123].

На основі моделі простору станів можна розрахувати таке: з $St_t = \text{funct}(St_{t-1}, \text{param}, \text{esher}_t)$ можна отримати щільність розподілу $f(St_t | St_{t-1}, \text{param})$, з $Yd_t = \text{funcm}(St_t, \text{param}, \text{esh}_t)$ отримати $f(Yd_t | St_t, \text{param})$. З цього випливає, що $Yd_t = \text{funcm}(\text{funct}(St_{t-1}, \text{param}, \text{esher}_t), \text{param}, \text{esh}_t)$ і далі можна отримати щільність розподілу $f(Yd_t | St_{t-1}, \text{param})$. Припустимо, що зібрано дані за період $(1, T)$, які зберігаються в матриці Yd^T . Тоді функцію правдоподібності на основі формули умовної ймовірності можна записати як:

$$f(Yd_t | \text{param}) = \prod_{t=1}^T f(Yd_t | Yd^{t-1}, \text{param}). \quad (2.136)$$

Далі, використовуючи рівняння Чепмена – Колмогорова, отримаємо:

$$f(Yd_t | param) = \prod_{t=1}^T \int_{St_t \in \Omega_{St}} f(Yd_t | St_t, param) f(St_t | Yd^{t-1}, param) dSt_t, \quad (2.137)$$

де Ω_{St} – множина станів, які може приймати змінна St_t . Знаючи $f(St_t | Yd^{t-1}, param)|_{t=1}^T$ та використовуючи $f(Yd_t | St_t, param)$, можна розрахувати (2.137). Для отримання $f(St_t | Yd^{t-1}, param)|_{t=1}^T$ можна використати дві такі рівності: рівняння Чепмена – Колмогорова та теорему Байєса відповідно:

$$f(St_{t+1} | Yd^t, param) = \int_{St_t \in \Omega_{St}} f(St_{t+1} | St_t, param) f(St_t | Yd^t, param) dSt_t \quad \text{та} \quad (2.138)$$

$$f(St_t | Yd^t, param) = \frac{f(Yd_t | St_t, param) f(St_t | Yd^{t-1}, param)}{f(Yd_t | Yd^{t-1}, param)}, \quad (2.139)$$

$$\text{де } f(Yd_t | Yd^{t-1}, param) = \int_{St_t \in \Omega_{St}} f(Yd_t | St_t, param) f(St_t | Yd^{t-1}, param) dSt_t.$$

Результатом рівняння Чепмена – Колмогорова є майбутній розподіл станів (змінних, що не спостерігаються), які розраховуються на основі добутку теперішнього розподілу станів за умови наявності інформації про змінні, що спостерігаються, на цей теперішній момент часу $f(St_t | Yd^t, param)$ та перехідних імовірностей, $f(St_{t+1} | St_t, param)$, що описують перехід від одного стану до іншого. Таким чином, це рівняння є прогностичним (рівняння передбачення). Рівняння Байєса (2.139) є рівнянням оновлення, яке оновлює минулий розподіл станів $f(St_t | Yd^{t-1}, param)$ до нового розподілу $f(St_t | Yd^t, param)$ при надходженні нових даних (значень змінних, що спостерігаються), які описуються $f(Yd_t | St_t, param)$. Таким чином, процес оцінки функції правдоподібності є рекурсивним. Маючи початкові умови, на основі рівняння Чепмена – Колмогорова можна спрогнозувати розподіл станів наступного періоду, а на основі теореми Байєса оновити розподіл станів (варто зазначити, що для розрахунку таких елементів рівнянь (2.137), (2.138) та (2.139),

як $f(Yd_t | St_t, param)$ та $f(St_{t+1} | St_t, param)$, слід використовувати рівняння тотожності (2.134) та рівняння переходу (2.135)). Ітеруючи цей алгоритм від 1 до T на основі (2.136), отримаємо функцію правдоподібності.

Проблемою цього алгоритму є те, що для оцінки функції правдоподібності потрібно розраховувати велику кількість інтегралів. Як стверджує Фернандез-Віллаверде, навіть при невеликій кількості станів це значно ускладнює процес розрахунків і фактично унеможлиблює проведення розрахунку функції правдоподібності [123]. Саме тому через відсутність можливості практичного розв'язку цієї задачі популярним підходом є застосування моделі простору станів та теорії фільтрів, зокрема фільтра Кальмана.

Фільтр Кальмана є одним з інструментів, які дозволяють вирішити проблему розрахунку функції правдоподібності. Якщо припустити, що рівняння тотожності та переходу є лінійними, а збурення є нормально розподіленими, то проблема значно спрощується, оскільки буде достатньо працювати з вектором середніх значень та матрицею коваріації параметрів, використовуючи фільтр Кальмана:

$$Yd_t = ASt_t + Bsh_t, \quad (2.140)$$

$$St_t = CSt_{t-1} + Dsh_t, \quad (2.141)$$

де A , B , C та D – матриці параметрів;

Yd_t – вектор змінних, які ми можемо виміряти (які ми спостерігаємо);

St_t – вектор станів, що описують економічну систему (які ми не спостерігаємо);

sh_t – множина збурень з розподілом $N(0, I)$, що об'єднує вектори esh_t та $esher_t$ з (2.134) та (2.135).

Далі можна знайти функцію правдоподібності з використанням комп'ютера або за допомогою прямого аналітичного розрахунку.

Спочатку позначимо вектори середніх значень як $St_{t|t-1} = E(St_{t-1} | Yd^{t-1})$

та $St_{t|t} = E(St_{t-1} | Yd^t)$. Також задамо умовні коваріаційні матриці

збурень $Pt_{t-1|t-1} = E(St_{t-1} - E(St_{t-1} | Yd^{t-1}))(St_{t-1} - E(St_{t-1} | Yd^{t-1}))'$ та

$Pt_{t|t-1} = E(St_{t-1} - E(St_t | Yd^{t-1}))(St_{t-1} - E(St_t | Yd^{t-1}))'$. Застосуємо аналогічний описаному вище на основі рівнянь Чепмена – Колмогорова та формули Байєса алгоритм, який включає такі кроки: ініціалізація, передбачення, оновлення, побудова функції правдоподібності [124].

На першому етапі треба задати початкові значення $St_{0|0}$ та $Pt_{0|0}$. Оскільки припускається, що система (модель ДСЗР) є стаціонарною, то можна задати початкові значення як їхні рівноважні (стаціонарні) величини: $St_{0|0} = st$ та $Pt_{0|0} = pt$ так, що $st = Cst$ та $pt = CptC' + DD'$.

На другому етапі передбачення на основі доступних попередніх даних (вектор матсподівань, $St_{t-1|t-1}$, та матриця коваріації, $Pt_{t-1|t-1}$) формуємо прогноз, використовуючи рівняння переходу (2.141):

$$St_{t|t-1} = CSt_{t-1|t-1}, \quad (2.142)$$

$$Pt_{t|t-1} = CPt_{t-1|t-1}C' + DD'. \quad (2.143)$$

На основі рівняння тотожності (2.140) можна спрогнозувати $Yd_{t|t-1} = AS_{t|t-1}$, похибка прогнозу становитиме $err\eta_t = Yd_t - Yd_{t|t-1} = Yd_t - AS_{t|t-1}$, дисперсія – $Var(Yd_{t|t-1}) = APt_{t|t-1}A' + BB'$. Оскільки $Yd_t = Yd_{t|t-1} + err\eta_t$, то щільність розподілу $f(Yd_t | Yd_{t|t-1}, paraml) = f(err\eta_t, paraml)$, де $paraml$ – оцінені параметри лінійної системи рівнянь (2.142)–(2.143) (вектор матсподівань та матриця коваріації). Для розрахунку функції правдоподібності потрібно визначити $f(Yd_t | Yd^{t-1}, paraml)$ (див. (2.146)). Оскільки $err\eta_t$ є білим шумом та $f(Yd_t | Yd^{t-1}, paraml) = f(err\eta_t, paraml)$, то запишемо:

$$\begin{aligned} f(Yd_t | Yd^{t-1}, paraml) = \\ = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^t | APt_{t|t-1}A' + BB'|}} \exp \left(-\frac{err\eta_t' (APt_{t|t-1}A' + BB')^{-1} err\eta_t}{2} \right). \end{aligned} \quad (2.144)$$

Для розрахунку наступного значення $f(Yd_{t+1} | Yd^t, paraml)$ на основі (2.144) потрібно отримати $Pt_{t+1|t}$ та $err\eta_{t+1}$, які, своєю

чергою, можна отримати на основі (2.142) та (2.143), маючи значення $Pt_{t|t}$ та $St_{t|t}$. Це означає, що в наступному періоді часу t потрібно відкоригувати передбачення $Pt_{t|t}$ та $St_{t|t}$ з отриманням нових даних, Yd_t . Саме тому на третьому етапі проводиться оновлення передбачення.

Позначимо похибки $errst_{t|t-1} = St_t - St_{t|t-1}$, $errst_{t|t} = St_t - St_{t|t}$. Відніmemo рівняння (2.141) від рівняння (2.142):

$$St_t - St_{t|t-1} = C(St_{t-1} - St_{t-1|t-1}) + Dsh_t, \quad (2.145)$$

тоді $errst_{t|t-1} = Cerrst_{t-1|t-1} + Dsh_t$. Як показав Кальман [125] та Кальман і Буши [126]:

$$St_{t|t} = St_{t|t-1} + Kerr\eta_t, \quad (2.146)$$

де K – це так званий виграш Кальмана. Відніmemo (2.140) від (2.146):

$$\begin{aligned} errst_{t|t} &= St_t - St_{t|t} = St_t - St_{t|t-1} - K(AS_t + Bsh_t - AS_{t|t-1}) = \\ &= errst_{t|t-1} - K(Aerrst_{t|t-1} + Bsh_t). \end{aligned} \quad (2.147)$$

Оскільки $Pt_{t|t} = E(errst_{t|t})(errst_{t|t})'$, то на основі (2.147):

$$\begin{aligned} Pt_{t|t} &= E(errst_{t|t})(errst_{t|t})' = \\ &= E\left(errst_{t|t-1} - K(Aerrst_{t|t-1} + Bsh_t)\right)\left(errst_{t|t-1} - K(Aerrst_{t|t-1} + Bsh_t)\right)' = \\ &= (I - KA)Pt_{t|t-1}(I - A'K') + KBB'K' - KBD' - DB'K' + KADB'K' + KBDA'K'. \end{aligned} \quad (2.148)$$

Для мінімізації очікуваної квадратичної похибки прогнозу потрібно визначити таке значення K , що мінімізує суму діагональних елементів матриці $Pt_{t|t}$:

$$\frac{\partial Tr(P_{t|t})}{\partial K} = 0, \quad (2.149)$$

де $Tr(\bullet)$ – слід матриці. Відповідно, оптимальне значення K задовольнятиме таку рівність:

$$K^* = (Pt_{t|t-1}A' + DB')\left(APt_{t|t-1}A' + BB' + ADB' + BDA'\right)^{-1}. \quad (2.150)$$

Рівняння оновлення матимуть таку форму:

$$Pt_{t|t} = Pt_{t|t-1} - K^* (BD' + APt_{t|t-1}), \quad (2.151)$$

$$St_{t|t} = St_{t|t-1} + K^* err\eta_t. \quad (2.152)$$

Отримавши значення $Pt_{t|t}$ та $St_{t|t}$, розрахуємо $f(Yd_{t+1} | Yd', paraml)$. Ітеруючи цю процедуру, допоки $t = T$, можна отримати значення $f(Yd_t | Yd^{t-1}, paraml)|_{t=1}^T$ та перейти до кінцевого етапу – оцінити за допомогою (2.136) функцію правдоподібності. Лінеаризація дозволяє провести розрахунки протягом частки секунди на сучасних комп'ютерах.

Слід також зазначити, що фільтр Кальмана має низку недоліків. Необхідними припущеннями для його застосування є лінійність та нормальність розподілу, які не обов'язково відповідають емпіричним спостереженням. Лінійна модель не може так добре описати складну економічну систему в порівнянні з нелінійною. Аналіз значимих збурень, які часто трапляються в країнах, що розвиваються, можна описати точніше саме за допомогою нелінійних підходів. Для розв'язання цих проблем пропонуються альтернативні методи, наприклад, фільтр частинок [127].

Як зазначають Ен та Шорфхайде, протягом останніх тридцяти років було запропоновано багато альтернативних підходів для оцінки моделей ДСЗР, які можна згрупувати таким чином [127]:

- **Калібрація** – параметри моделі оцінюються непрямо, на основі інших, часто мікроекономічних досліджень (цей метод використовувався, наприклад, у праці Кідленда та Прескотта [128]). Просту ілюстрацію цього підходу можна представити на прикладі оцінки параметра ДСЗР, що відображає амортизацію на макрорівні. Його можна оцінити на основі макроданих, що не пов'язані прямо з моделлю ДСЗР (наприклад, як середній рівень амортизації в економіці), і вже потім використовувати знайдене значення в рамках самої моделі.
- **Узагальнений метод моментів**, що використовувався, наприклад, у праці Крістіано та Айхенбаума [129].
- **Метод мінімальної відстані** на основі різниці між функціями відгуку VAR та ДСЗР моделей, як, наприклад, у праці Ротемберга та Вудфорда [130].

- Оцінка з використанням повної інформації на основі **методів правдоподібності** (метод максимальної правдоподібності), як у праці Кіма [131].

Незважаючи на існування різних підходів, дослідження доводять домінування байєсівського підходу над альтернативами при оцінці моделей ДСЗР [132–134].

- У порівнянні з калібрацією байєсівський метод є більш строгим підходом.
- Узагальнений метод моментів не використовує всю інформацію, яку можна отримати на основі моделі ДСЗР у порівнянні з байєсівським методом чи методом максимізації функції правдоподібності.
- Метод мінімальної дистанції є менш ефективним, ніж методи максимізації функції правдоподібності чи байєсівський.
- У той же час, метод максимізації функції правдоподібності може призводити до таких проблем:
 - а) стохастична сингулярність;
 - б) висока чутливість до неправильної специфікації моделі;
 - в) «дилема оцінки абсурдних параметрів» [127];
 - г) наявність багатьох зон плато та локальних піків, що значно ускладнює оптимізацію. Байєсівська оцінка послаблює частково цю проблему. Це пояснюється тим, що байєсівська економетрика поєднує класичну (фріквенталіську) економетрику, що представлена методом максимізації функції правдоподібності, та калібрацію (представлена апіорним розподілом). Наприклад, якщо параметри методу максимізації функції правдоподібності перебувають у локальному піку (не глобальному, який потрібно знайти), то введення відповідного апіора може згладити піки, й алгоритм оптимізації залишить локальний пік і перейде на інший, який, можливо, виявиться глобальним екстремумом.

Підсумовуючи, слід зазначити, що для оцінки моделі ДСЗР обрано метод байєсівської економетрики через три головні причини [127]. По-перше, на відміну від узагальненого методу моментів, що ґрунтується на рівноважних зв'язках, метод байєсівської економетрики є системним і наближає розв'язану систему ДСЗР до вектора макроекономічних рядів (даних). По-друге, генерація розподілів постеріора при оцінці байєсівською економетрикою заснована

на ймовірнісних правдоподібних функціях на відміну від альтернативного підходу мінімальної відстані між VAR та ДСЗР моделями, що використовують функції відгуків. По-третє, апіорні розподіли байєсівських параметрів можуть використовуватися для врахування додаткової інформації, що доступна для науковця та не ґрунтується на даних, що використовуються власне для оцінки моделі.

Байєсівська економетрика побудована на простому правилі розрахунку ймовірностей – формулі Байєса. Ідея оцінювання невідомих параметрів моделі полягає в такому: припустимо, що існує процес генерування даних, результатом якого є матриця даних Yd . Позначимо вектор параметрів $param$. У байєсівській економетриці $param$ розглядається як випадкова величина на відміну від класичної економетрики, де вектор параметрів, що описують генеральну сукупність, вважається незмінним, тобто не випадковою величиною. Використовуючи формулу Байєса, отримаємо функцію розподілу параметрів $param$ за умови Yd :

$$p(param|Yd) = \frac{p(Yd|param) * p(param)}{p(Yd)} \quad (2.153)$$

з відповідною ядерною функцією розподілу:

$$p(param|Yd) \sim p(Yd|param) * p(param), \quad (2.154)$$

де $p(param|Yd)$ – постеріорний розподіл (постеріор);
 $p(Yd|param)$ – ймовірнісна функція правдоподібності;
 $p(param)$ – апостеріорний розподіл (апріор).

Апостеріор не залежить від макроекономічних даних, на яких проводиметься оцінка моделі. $p(param)$ є багатовимірним розподілом параметрів моделі, який включає як коефіцієнти моделі, так і параметри шоків тощо. Зауважимо, що нами буде оцінено лише певну множину вибраних параметрів, інші буде відкалібровано. У байєсівській економетриці калібровані параметри можна задати так званим неінформативним апіором, особливістю якого є дуже велике стандартне відхилення (повністю неінформативний апіор має нескінченне стандартне відхилення).

Розподіл $p(Yd|param)$ оцінюватиметься за допомогою фільтра Кальмана, простір станів якого збігається з простором станів логлінеаризованої системи рівнянь (2.97)–(2.126).

Процес генерування розподілу (2.154) проводитимемо за допомогою методу Монте-Карло з ланцюгами Маркова із застосуванням алгоритму Метрополіса – Гастінгса з випадковим блуканням [135] (альтернативними алгоритмами є власне алгоритм Метрополіса – Гастінгса, так званий метод Монте-Карло з ланцюгами Маркова «композиції моделі» тощо), алгоритм реалізації якого представлений на рис. 2.7.

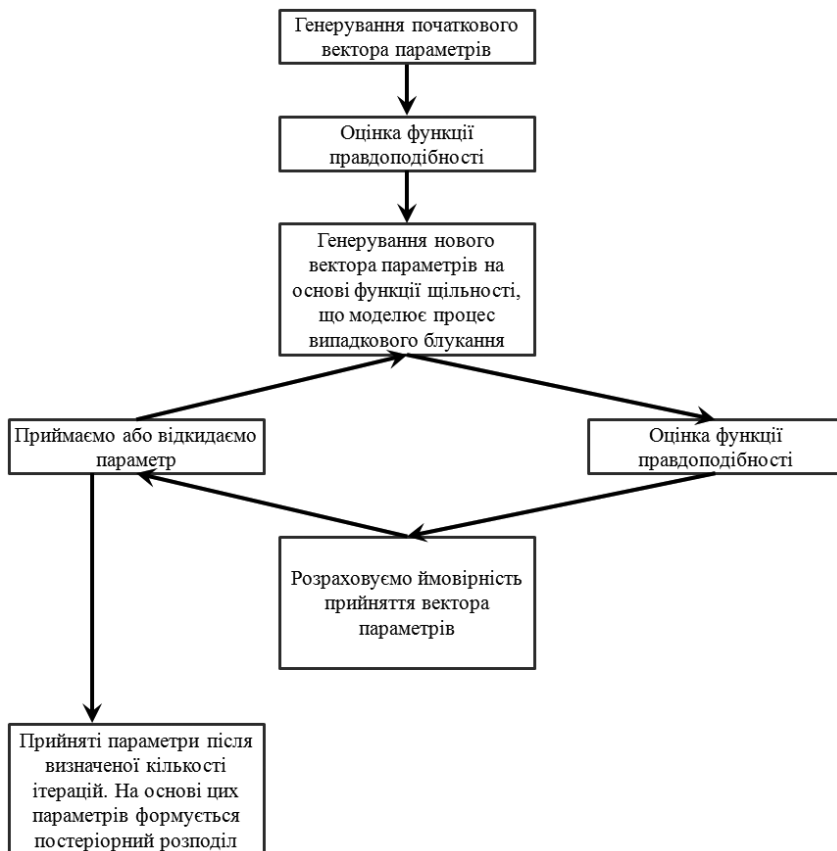


Рис. 2.7. Алгоритм Метрополіса – Гастінгса з випадковим блуканням методу Монте-Карло з ланцюгами Маркова для оцінки параметрів моделі
Джерело: розроблено авторами

Алгоритм Метрополіса – Гастінгса з випадковим блуканням включає такі головні кроки:

1. Генерування початкової випадкової величини $param^{(0)}$ та оцінка $p(Yd | param^{(0)})$ і $p(param^{(0)})$.
2. Зі щільності розподілу для генерування нових значень, $q(param^{(i-1)}, param^{(*)})$, потрібно отримати нове значення $param^{(*)}$. Процес випадкового блукання використовується для переходу від попередніх значень параметрів до наступних:

$$param^{(*)} = param^{(i-1)} + o, \quad (2.155)$$

де $o \sim N(0, \Sigma_o)$.

3. Оцінюємо $p(Yd | param^{(*)})$ та $p(param^{(*)})$.
4. Розраховуємо ймовірність прийняття (направляє рух параметрів з області з низькою апостеріорною ймовірністю до області з вищою ймовірністю) на основі такої формули:

$$ac = \min \left(\frac{p(param | Yd^{(*)}) q(param^{(*)}, param^{(i-1)})}{p(param | Yd^{(i-1)}) q(param^{(i-1)}, param^{(*)})}, 1 \right) =$$

$$= \min \left(\frac{p(param | Yd^{(*)})}{p(param | Yd^{(i-1)})}, 1 \right). \quad (2.156)$$

Виведення цієї формули, яка гарантує, що кінцевий вектор параметрів збігається до постеріора, показано, наприклад, Чібом [136].

5. Ітерація кроків від 1 до 3 наперед визначене число разів.

Варто наголосити, що головною перевагою цього алгоритму є простота реалізації та висока швидкість. Але коли очікується, що постеріорний розподіл є «екзотичним» (тобто малопоширеним), то треба додатково приділити увагу підготовці та «налаштуванню» алгоритму перед запуском, що зменшуватиме загальну швидкість реалізації. Як зазначають Чіб та Рамамурсі, алгоритм Метрополіса – Гастінгса з випадковим блуканням досить чутливий до початкових значень, у зв'язку з чим потрібно збільшувати кількість ітерацій [137]. Крім того, вибір дисперсії для процесу випадкового блукання може бути складним завданням, особливо у випадку оцінки нелінійних моделей ДСЗР. Якщо дисперсія занадто мала, то час оцінки значно зростає через зменшення

швидкості, якщо занадто велика, то зменшиться частота прийняття, і ланцюг значень параметрів включатиме багато повторюваних елементів, у результаті чого ланцюг характеризуватиметься автокореляцією та спаде швидкість збігу оцінок до постеріорних параметрів.

Незважаючи на домінування байєсівського підходу над альтернативами при оцінці моделей ДСЗР, існує низка обмежень. Загальні проблеми байєсівської оцінки:

- Формування припущень щодо параметризації. При побудові моделей ДСЗР потрібно сформулювати деякі припущення щодо певних функцій: функції корисності, виробничої функції, опис процесу інвестування тощо. Наприклад, поширеною виробничою функцією є функція Коба – Дугласа. Але важко повірити, що таку складну виробничу систему, як економіка цілої країни, можна описати за допомогою цієї функції. Крім того, часто важко задати розподіл власне параметрів функції. Наприклад, існує консенсус щодо того, яка частка ВВП генерується завдяки робочій силі, але важче сформулювати ґрунтовні аргументи щодо параметризації процесу інвестування. Для вирішення цих проблем пропонуються напівпараметричні та параметричні методи байєсівської економетрики. На жаль, на сьогодні вони не є ще добре розвиненими та характеризуються недосконалими асимптотичними властивостями.
- Інколи важко повторити процес оптимізації на основі байєсівської економетрики. Наприклад, Фукас та Паган стверджують, що після мільйона симуляцій їм не вдалося реплікувати результати відомої наукової праці. Це означає, що опубліковані результати можуть піддаватися сумніву [138].
- Новизна та складність методу оцінки та самої моделі ДСЗР потребує значних знань у галузі макроекономіки та економетрики, включаючи також поглиблені вміння програмування, що породжує проблеми при презентації результатів, отриманих науковцями, представникам регулятора економіки країни та ускладнює реалізацію моделі фінансовими та економічними інституціями для проведення економічної політики держави.

Обмеження, пов'язані з оцінкою моделей ДСЗР для економік, що розвиваються, можна звести до того, що, як уже було зазначено, моделі ДСЗР є менш вразливими для відомої критики Лукаса в порівнянні

з альтернативними підходами, оскільки вони ґрунтуються на мікроекономічній основі та включають так звані «глибокі» параметри (зазвичай вони не є функцією від інших поширених параметрів), які, як очікується, є досить стабільними протягом періоду аналізу та не змінюються при зміні економічної політики. Країни, що розвиваються, характеризуються значними коливаннями економічних параметрів, що означає, що навіть «глибокі» параметри можуть бути неструктурними (стабільними). Для розв'язання цієї проблеми можна застосувати нелінійні моделі, що дозволятимуть параметрам змінюватися при зміні економічної ситуації. Але це вимагатиме формування нелінійного розв'язку моделей ДСЗР та значно ускладнюватиме байєсівську оцінку [139].

Проблеми, пов'язані з фондовим ринком, виникають з використанням, як уже було показано, лінеаризованої моделі ДСЗР, яка записана як лінійна система рівнянь (2.97)–(2.126). Відповідно до домінуючої фінансової концепції середнього-дисперсії, найважливішими для характеристики цінних паперів є два індикатори: дохідність та ризик. Дохід можна виразити членом полінома першого порядку, тоді як для ризику (дисперсії) потрібно враховувати член полінома другого порядку. Оцінка моделей ДСЗР, що наближені методом Тейлора другого або вищих порядків, є значно складнішою та проблематичнішою для байєсівської економетрики.

Для оцінки впливу монетарної та фіскальної політики та інших збурень на економіку можна застосувати узагальнений підхід до побудови функцій відгуку [140]. За допомогою цього підходу можна, наприклад, оцінити потенціал центрального банку щодо управління фінансовими шоками та виявити взаємодію між різними множинами змінних. Аналіз щодо розкладу дисперсії дозволяє визначити головні шоки, що впливають на еволюцію макроекономічних змінних.

Можна виокремити три основних етапи реалізації процедури байєсівської оцінки розробленої моделі ДСЗР:

- 1) генерація апіорних розподілів на основі екзогенної інформації;
- 2) генерація постеріорного розподілу одним із декількох алгоритмів у межах методу Монте-Карло з ланцюгами Маркова. Найпоширенішим є алгоритм Метрополіса – Гастінгса з випадковим блуканням, який дозволяє ефективно знаходити глобальний екстремум, тобто він не потребує багато обчислювальних ресурсів і може бути реалізованим на сучасних комп'ютерах;

3) побудова функцій відгуків та проведення декомпозиції дисперсії, використовуючи узагальнені функції відгуків.

Для визначення оптимального/«кращого» монетарного правила за заданих умов існують різні підходи. Розглянемо три з них.

Перебір монетарних правил – формування заздалегідь заданих правил та вибір «кращого» з них на основі певного критерію. Таким критерієм може бути міжчасова функція втрат (штрафна функція), теперішню приведену величину якої можна визначити як:

$$PV\ Loss = E_t \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i L_{s_{t+i}}, \quad (2.157)$$

де $L_{s_t} = \frac{1}{2}(\pi_t^2 + \lambda_{loss} y_t^2)$ – квадратична функція втрат унаслідок відхилень ВВП та інфляції від довгострокових (потенційних) значень у певний період часу;

λ_{loss} та β – параметри.

Ідея функції втрат полягає в тому, що чим більші відхилення інфляції та ВВП від довгострокових значень (наприклад, відхилення інфляції від таргетованого рівня, відхилення ВВП від потенційного значення; у лог-лінеаризованій формі з видаленням трендів припускається, що величини, від яких відраховуються відхилення, дорівнюють нулю), тим це гірше для суспільства. Наприклад, падіння економіки (низький рівень ВВП у порівнянні з потенційним) чи надмірний її розігрів (висока інфляція) є негативними економічними процесами. Тому те монетарне правило, що мінімізує небажані флуктуації ВВП та інфляції, і вважатиметься «кращим».

Другий метод – розв’язок задачі мінімізації міжчасової функції втрат (2.157), де модель (2.97)–(2.133) є обмеженням зі змінними параметрами в монетарному правилі (2.122). Обмеження (2.97)–(2.133) є необхідними, оскільки вони відображають розвиток системи на основі економічних законів, які не можуть порушуватися (порушення могло б виникнути, якщо б відбувалась мінімізація (2.157) тільки на основі обмеження (2.122) з ігноруванням інших елементів системи).

Третій метод – оптимізація добробуту. Цим методом розв’язується задача максимізації добробуту домогосподарств (міжчасової суми корисностей), змінюючи параметри монетарного правила (2.122) із врахуванням, як і в попередньому випадку, обмежень (2.97)–(2.133). Найпростішу міжчасову цільову функцію корисності можна задати як:

$$IU = E_t \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i U \left(C_{t+i}, H_{t+i}, \frac{M_{t+i}}{P_{t+i}} \right), \quad (2.158)$$

де $U(\cdot)$ – функція корисності;

C_t – величина споживання;

H_t – кількість відпрацьованих годин;

$\frac{M_t}{P_t}$ – реальні грошові залишки.

При детерміністичній рівновазі в стаціонарному стані з безумовними очікуваннями можна виразити функцію добробуту як одночасову:

$$U \left(C_{t+i}, H_{t+i}, \frac{M_{t+i}}{P_{t+i}} \right) = \ln(C_t - bC_{t-1}) + \xi \ln \left(\frac{M_t}{P_t} \right) + \varrho \ln(1 - H_t). \quad (2.159)$$

Потім, застосовуючи наближення Тейлора другого порядку, можемо отримати такий вираз:

$$\begin{aligned} E(U_t) = & \ln(1-b)C + \xi \ln \left(\frac{M}{P} \right) + \varrho \ln(1-H) + C^{1-\tau} E(c_t) - H^{1+\chi} E(h_t) - \dots \\ & \dots - \frac{\tau}{2} C^{1-\tau} E(\widehat{C}_t^2) - \frac{\chi}{2} H^{1+\chi} E(\widehat{H}_t^2), \end{aligned} \quad (2.160)$$

де малими змінними позначають лог-відхилення від стаціонарного стану, а інші моменти та дисперсії позначаються без індексу часу. Використовуючи (2.160) як цільову функцію та описану модель економіки як обмеження, можна отримати оптимальні параметри, які визначатимуть таку реакцію центрального банку на зміни на фондовому ринку, яка буде максимізувати загальне багатство суспільства.

Висновки до розділу 2

Отже, в результаті моделювання монетарних процесів на основі динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги із врахуванням збурень на фондовому ринку було:

– побудовано динамічну стохастичну модель загальної рівноваги для малої відкритої економіки з фінансовим акселератором та детально проаналізовано основні блоки макроекономічної моделі;

– проаналізовано і побудовано модель фінансового акселератора для економіки України та обґрунтовано адекватність її застосування для країн, що розвиваються;

– досліджено механізм утворення й еволюцію екзогенної фондової бульбашки та побудовано математичну модель її розвитку;

– описано метод байєсівської економетрики для оцінки невідомих параметрів та характеристик динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для української економіки;

– проведено лог-лінеаризацію системи рівнянь моделі та описано алгоритм її розв’язку;

– розглянуто три найпоширеніші підходи до формування оптимального монетарного правила: калібрація, мінімізація функції втрат та максимізація добробуту населення країни.

Основні результати розділу відображено в наукових працях [141–146].

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ МОНЕТАРНОЇ ПОЛІТИКИ В УМОВАХ ЗБУРЕНЬ НА ФОНДОВОМУ РИНКУ

3.1. Особливості інформаційного забезпечення та калібрації невідомих параметрів для реалізації динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для економіки України

Реалізація розробленої моделі ДСЗР має низку особливостей. Зокрема, перед оцінкою параметрів моделі, як уже було зазначено, потрібно провести калібрацію, що полягає у визначенні значень параметрів моделі. Частина з цих значень використовуються як апіорні (попередні) розподіли і переоцінюються з допомогою байєсівської економетрики, а решта залишаються незмінними.

Калібрація є поєднанням науки та мистецтва і має ґрунтуватись на статистичному аналізі, економічній теорії, логіці розвитку монетарних процесів, особливостях проведення економічної та монетарної політики в розвинутих країнах та країнах, що розвиваються, а також на попередніх теоретичних та емпіричних дослідженнях.

Для калібрації невідомих параметрів моделі ДСЗР було використано статистичні дані економіки України та проаналізовано відповідні дослідження західних та українських учених, що дозволило обґрунтувати такі значення параметрів.

Ставка дисконтування β , яка вимірює «нетерплячість» домогосподарств, встановлена на рівні 0,9963. Вона розраховується як обернене від реальної відсоткової ставки та відповідає середньому (стаціонарному) квартальному значенню інфляції 2,9 % та номінальній відсотковій ставці 3,3 %.

Річні норми амортизації в науковій літературі, що присвячена дослідженню розвинутих країн (найбільше уваги приділяється США),

коливаються в межах 5–10 %. В Україні амортизаційні відрахування в структурі операційних витрат з реалізованої продукції, робіт та послуг (дані наведено без урахування малих підприємств, банків та бюджетних установ) з 2005 року коливалися в межах 2,50–3,21 % з мінімумами протягом 2006–2008 років та максимумом у 2009 році. Середнє значення норми амортизації за 2005–2011 роки (останні дані опубліковані у «Статистичному щорічнику України за 2011 рік» [147]) становить 2,69 %, що в перерахунку на квартальні показники дорівнює 0,67 %. Як видно, значення показників для України значно менші, ніж для розвинутих країн. Ця різниця спричинена методологією обрахунку. Розглянемо норму амортизації в структурі операційних витрат з виробленої, а не реалізованої продукції. Для цього скоригуємо операційні витрати з реалізованої продукції, робіт та послуг на вартість товарів та послуг, придбаних для перепродажу та реалізованих без додаткової обробки. У результаті отримаємо приблизне значення вартості виробленої продукції, яка включатиме матеріальні витрати, амортизацію, витрати на оплату праці, відрахування на соціальні заходи та інші операційні витрати. Норма амортизації в структурі виробленої продукції в середньому за 2005–2011 роки становитиме 5,75 % з мінімумом 5,33 % у 2008 році та максимумом 6,79 % у 2009 році. Середній квартальний показник становитиме 1,44 %, що перебуває в прийнятих у західній літературі межах для амортизації. Слід зазначити, що саме використання норми амортизації у структурі виробленої, а не реалізованої продукції, з методологічного погляду, є правильним для побудованої моделі ДСЗР, оскільки амортизація нараховується підприємствами-посередниками, які продаватимуть продукцію кінцевим виробникам. А вже останні матимуть у структурі вартості продукції значно більшу частку витрат, пов'язаних з вартістю товарів та послуг, придбаних для перепродажу та реалізованих без додаткової обробки. Таким чином, для оцінки моделі застосовуватиметься норма амортизації у структурі виробничих витрат $\delta = 0,0144$.

Відповідно до показників Єдиного державного реєстру підприємств та організацій України (ЄДРПОУ) на 1 січня 2012 року налічувалося 1 324 000 суб'єктів господарювання. За 2009–2011 роки в середньому щороку знімалися з обліку 26 000 підприємств та установ, що становить 2,01 % від загальної кількості. Протягом цього періоду частка закритих суб'єктів змінювалася з 2,10 % у 2009-му до 1,61 % у 2010-му і до 2,32 % у 2011 році. Щодо кількості взятих на облік

підприємств, то вона становила в середньому за рік 58 000, або 4,46 %. Це означає, що загальне число суб'єктів господарювання зростало й, можливо, не мало стаціонарної природи. Але в довгостроковому періоді очікується, що кількість відкритих підприємств щороку приблизно дорівнюватиме кількості закритих, оскільки за останній період нові підприємства можуть відкриватися в більших кількостях через спрощення процедур реєстрації бізнесу. При цьому процедура ліквідації залишалася досить обтяжливою. Так, наприклад, нове підприємство можна зареєструвати за декілька днів (від одного до семи), а закриття триватиме від 3 до 12 місяців. Крім того, конвергенція економіки України (ВВП на душу населення) зі світовими державами-лідерами в довгостроковому періоді призведе до збільшення показника кількості підприємств на тисячу осіб у країні й врівноваження механізму відкриття-закриття підприємств та організацій. Проведений аналіз дозволяє припустити, що щороку частка суб'єктів, які продовжують свою діяльність, у середньому становитиме $\gamma_{live} = 0,979$.

Як уже було сказано, згідно з механізмом негнучкості цін, кожна компанія може змінювати ціни тільки з певною ймовірністю. У науковій літературі, присвяченій моделям ДСЗР, типові значення для розвинених економік показника ймовірності незміни цін становить 0,75. Компанія щокварталу розглядає можливість оновлення ціни. Отже, маючи протягом року чотири можливості зміни та враховуючи ймовірність зміни 0,25, компанії в середньому змінюють ціни щороку. Хоча, як показують останні дослідження, таке значення є верхньою межею і ціни, найімовірніше, оновлюються частіше. Оскільки економіка України характеризується більшими темпами росту цін та вищою нестабільністю в порівнянні із західними економіками, то природно припустити, що в нас фірми мінятимуть ціни принаймні дещо частіше: $\theta = 0,67$ – наприклад, раз у три квартали.

Щодо параметрів функції Коба – Дугласа, то частка капіталу в загальному виробництві в розвинених країнах приймається приблизно на рівні 0,35. Відповідно, на працю припадає 0,75. Частка праці власників підприємств, за припущенням, невелика і становить $\Omega = 0,01$, а найманих працівників – 0,99. В Україні оплата праці в порівнянні з розвинутими країнами невелика, частка фонду оплати праці у структурі загальної собівартості менша, ніж у європейських та північноамериканських державах. Тому логічно припустити, що частка капіталу α є вищою, ніж 0,35. Так, наприклад, Ізюмов та Вагалі для економік

СНД використовують значення 0,40, що розраховане з використанням даних для Росії за 1996–2005 роки як частка прибутку та інших пов’язаних доходів у сукупному національному доході [148]. Вінселетте та Келер, аналізуючи дані України за 1996–2008 роки, розраховали частку капіталу в загальному доході з використанням методу динамічних часток [149]. Спочатку для кожного року було визначено річні частки як відношення капітальних доходів до ВВП без чистих податків та митних зборів на виробництво та імпорт. Найнижчий показник було отримано для 1996 року – 0,39. Це може пояснюватися інерцією високої частки фонду оплати праці в Радянській Україні. Максимуму було досягнуто в 2001 році (0,51), відразу після закінчення тривалого падіння виробництва в 90-х роках. Середнє ж значення частки капіталу в загальному виробництві становить 0,45. Тенденцію падіння частки праці у виробництві в 90-х роках підтримує також дослідження Голліна, яке ґрунтується на даних за період ранньої незалежності України [150]. Так, скоректоване значення частки капіталу становить тільки 0,29. Серед групи більше ніж 40 країн, які були об’єктами вивчення, Україна посідала одне з найвищих місць за цим показником. Підсумовуючи результати емпіричних досліджень і статистичної інформації, можна вважати, що частка капіталу в генеруванні сукупного доходу в Україні становить 0,40, частка праці – 0,6 при визначеному припущенні сталої віддачі від масштабу, а частка праці власників підприємств у витратах на працю – 0,01.

Припустимо, що середня націнка роздрібної ціни над оптовою в стаціонарному стані становить 25 %: $X = 1,25$, що в середньому відповідає реальній ситуації. У результаті, параметр, який вимірює

ступінь монополістичної конкуренції, $\epsilon = \frac{X}{X-1}$, становитиме 5.

З цього також випливає, що товари, які виробляються різними підприємствами, є субститутами. Аналогічного порядку показники було отримано щодо оптово-роздрібної націнки в регіонах Росії – країні, яка має схожу з Україною структуру економіки [151].

Для розрахунку ймовірності p , що бульбашка не лопне наступного кварталу після її утворення, використаємо статистичне визначення ймовірності із застосуванням експертної оцінки. Розглянемо рис. 3.1, який відображає динаміку розвитку індексу Першої фондової торговельної системи (ПФТС). Індекс ПФТС протягом довгого

періоду часу був ключовим індикатором розвитку фондового ринку, і тільки в 2009 році він поступився першій позиції індексу Української біржі. Розрахунок індексу відбувається на підставі Правил розрахунку індексу ПФТС [152] та Положення про індексний комітет ПФТС [153]. Індексний кошик складається з 20 акцій, що входять до лістингу біржі та визначаються Індексним комітетом ПФТС з цінних паперів на основі інформації про обсяги торгів, кількість укладених угод, капіталізацію компаній-емітентів та інші фактори, які значимо впливають на ліквідність цінних паперів. Сам індекс є нормалізованим зваженим середнім значенням цін акцій. Нормалізоване значення становить 100. Тобто в день обрахунку показника 1 жовтня 1997 року індекс ПФТС становив 100. Відразу відбулося падіння, і його значення коливалися в низькому діапазоні аж до 2004 року. Дохідність акції обраховується як середнє геометричне, а ваги визначаються за обсягом емісії (на основі концепції фрі-флоут). Акції індексного кошика відображають основні сектори економіки України. Виплати дивідендів при розрахунку не беруться до уваги. Кількість акцій у відкритому доступі (фрі-флоут) визначається як різниця загальної емісії та кількості акцій, що перебувають у державній власності, у власності емітента, стратегічних інвесторів, менеджменту, трудового колективу та в перехресному володінні (наприклад, одна компанія з індексного кошика володіє акціями іншої компанії з індексного кошика). Значення коефіцієнта free-float є часткою акцій у вільному обігу, що перебуває в діапазоні від нуля до одиниці з точністю до трьох знаків після коми. Вплив окремої акції на індекс обмежений 15 % у сукупній капіталізації бази розрахунку індексу. Сам індекс розраховується кожного торгового дня в режимі реального часу. Індексний кошик з 20 акцій переглядається щопівроку у вересні та березні, а прийняті зміни набувають чинності в середині жовтня та квітня відповідно.

Використання методу фрі-флоут для розрахунку ваг має низку переваг перед альтернативними підходами. По-перше, він точніше відображає зміни на фондовому ринку, оскільки ґрунтується на частці цінних паперів, які торгуються саме на цьому ринку, а не перебувають у власності держави, стратегічних інвесторів тощо. По-друге, він має ширшу базу, оскільки компанії з найбільшою капіталізацією на ринку не домінують у розрахунку індексу. По-третє, на основі індексу портфельні менеджери легко можуть застосовувати стратегії активного

та пасивного інвестування та порівняно точно відтворити динаміку індексу за допомогою реальних та синтетичних цінних паперів.

На рис. 3.1 період росту першої бульбашки можна визначити як період А, який розпочався на початку 2007 року. Незначний різкий ріст індексу також спостерігався на початку 2005 року після Помаранчевої революції. Тоді причинами росту, з одного боку, були позитивні очікування нових перетворень, а з другого – нова влада знищила великі корупційні схеми, забезпечила свободу слова та впроваджувала демократичні перетворення. Тому вважатимемо, що ріст фондового ринку в кінці 2005 року мав більшою мірою фундаментальне, ніж спекулятивне підґрунтя. Ріст фондового ринку з 2007 року був значно різкішим. Як уже було зазначено, одними з важливих причин росту були збільшення кредитування (особливо споживчого) та неконтрольований приплив спекулятивного капіталу з-за кордону. Очевидно, що це була бульбашка, яка досягнула свого піка в першому кварталі 2008 року. Далі починається різкий спад, спричинений, передусім, негативними сигналами на світовому ринку та погіршенням

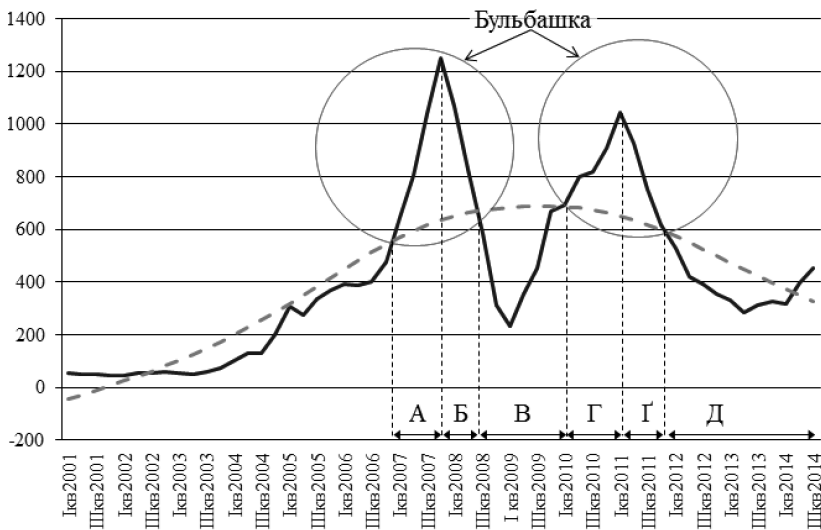


Рис. 3.1. Динаміка фондового індексу ПФТС за 2001–2014 роки

Примітка. Суцільна лінія – середньоквартальне значення індексу, штрихпунктирна лінія – трендові значення індексу, отримані на основі фільтра Ходріка – Прескотта, які можна трактувати як внутрішню вартість активів.

Джерело: розраховано авторами на основі даних ПАТ «Фондова біржа ПФТС»

зовнішньої кон'юнктури – період Б, який завершується досягненням індексом значення початку 2007 року, коли, за припущенням, виникає бульбашка. Період В можна охарактеризувати як негативну бульбашку, коли панічні настрої на ринку настільки сильні, що фундаментальна ціна систематично перевищує ринкову.

На рис. 3.1 чітко видно, що протягом періоду 2001–2014 років в Україні сформувалися і лопнули дві фондові бульбашки, враховуючи те, що порівняно важко спрогнозувати точні періоди початку утворення та лопання бульбашки й перехід її в негативну стадію, тому що невідомо, яке значення індексу було б при застосуванні не ринкової ціни, а теоретично розрахованої фундаментальної. Загалом зауважимо, що фундаментальні ціни на акції розраховуються інвестиційними банками на основі зазвичай методу дисконтованих потоків або методу порівняння. Перший метод вимагає багато різних припущень щодо розвитку як загальноекономічної ситуації, так і виробничих процесів на підприємстві, акції якого оцінюються. Це дає змогу аналітикам сильно маніпулювати ціною. Враховуючи слабкість фондових інститутів в Україні, велику кількість маніпуляцій та неетичну поведінку, інвестиційні компанії часто подають занадто оптимістичні оцінки росту фундаментальної ціни, щоб передовсім переконати клієнта купити цінний папір. Навіть під час пікових значень фондового індексу, коли ціни на акції компаній досягали максимумів, більшість інвестиційних банків давали рекомендацію «купувати», передбачаючи ще більший ріст. Такі надмірно оптимістичні прогнози означають, що фундаментальну ціну важко визначити на підставі рекомендацій та досліджень фінансових аналітиків. Утім, застосування методу порівняння також не допоможе визначити справедливую вартість, оскільки як вітчизняні, так і закордонні компанії (особливо в Росії), які можуть використовуватися для порівняння, також були переоцінені. Таким чином, застосуємо наближений графічний метод пошуку значного відриву ринкової ціни (спекулятивної) від фундаментальної.

Нова бульбашка починає зароджуватися вже на початку 2009 року і зростатиме аж до 2011, коли вона знову остаточно лопне й падатиме до гіпотетичної фундаментальної ціни в кінці 2011 року. Аналогічно до першої бульбашки період Д можна охарактеризувати як негативну бульбашку. Після цього ринок перебуває в стагнації головним чином через проблеми в Єврозоні та песимістичні очікування економічних агентів.

Як показує детальний аналіз, за період незалежності України можна виділити існування двох фондових бульбашок, які розвивалися починаючи з 2007 року. Перша бульбашка зростала більше ніж 3 квартали (період А), друга – до п’яти (період Г). Таким чином, у середньому ріст бульбашки тривав один рік (чотири квартали) і тоді вона остаточно лопнула. Звідси на підставі експертної оцінки можна визначити середню ймовірність того, що бульбашка лопне після її утворення. Отже, ймовірність лопання бульбашки становитиме 0,25, або ймовірність того, що бульбашка не лопне, становитиме $p = 0,75$.

Зауважимо, що західні вчені, наприклад, Бернанке та Гертлер, використовували для симуляцій значення ймовірності того, що бульбашка не лопне, 0,5, відповідно, ймовірність лопання бульбашки становитиме також 0,5. На відміну від поширеного підходу, нами використовується показник, який змодельований на українських реаліях розвитку фондового ринку та точніше описує ситуацію [86]. Проведений аналіз підтвердив можливість статистичного розрахунку ймовірності навіть при обмежених даних.

Параметр γ_{ii} , який відображає частку вітчизняних інвестицій у загальній сумі, калібровано на рівні 0,8, а на іноземні інвестиції припадатиме, відповідно, 20 %. Гертлер, Гілхріст та Наталуччі калібрували цей параметр на рівні 0,5 для Південної Кореї [81]. Для економіки Болгарії його значення було визначено на рівні 60 % (іноземна частка – 40 %) [104]. Для розрахунку цього показника можна розглянути декілька варіантів. По-перше, Державна служба статистики України публікує показник інвестицій в основний капітал за джерелами фінансування, де одним із джерел фінансування є кошти закордонних інвесторів. Починаючи з 2002 року частка інвестицій в основний капітал, що фінансувалися закордонними інвесторами, коливається в межах 2,3–5,6 %. По-друге, щорічно видається збірник «Інвестиції зовнішньоекономічної діяльності» [154], де вказуються обсяги прямих іноземних інвестицій (акціонерного капіталу) на початок року. Зміна цього показника протягом року може трактуватись як іноземна інвестиція. Середнє значення відношення припливу прямих іноземних інвестицій до валового нагромадження капіталу за 2004–2012 роки становить майже 20 %. По-третє, можна проаналізувати таблиці витрати-випуск. Так, використовуючи таблицю витрати-випуск у цінах споживачів за 2005 рік (цього року формувався так званий розширений варіант таблиці з поглибленою

деталізацією), де інформація подається в розрізі класифікації видів економічної діяльності, можна припустити, що такі напрями, як виробництво механічного устаткування, інших машин загального призначення, сільськогосподарських машин, верстатів, інших машин спеціального призначення, електричних машин та апаратури, устаткування для радіо, телебачення та зв'язку, медичних приладів та інструментів, точних вимірювальних пристроїв, оптичних пристроїв та годинників, іншого транспортного устаткування, формують інвестиційні товари. У такому випадку співвідношення іноземних інвестицій до загального їх числа становить 48 %.

Перший методологічний підхід концентрується головним чином на будівництві, через те частка іноземних інвестицій дуже низька, тоді як третій підхід не включає будівництво, тому показник найбільший. Другий метод дає середнє значення.

Для калібрації моделі припустимо, що для України частка іноземних інвестицій в 1,6 раза менша, ніж вибрано для Болгарії (25 %). Це спричинено порівняно низькою інвестиційною привабливістю України та низькими темпами технологічного розвитку, які стоять на перешкоді імпорту інвестиційного обладнання. Каліброване значення також дуже близьке до статистичних показників співвідношення прямих іноземних інвестицій до валового нагромадження капіталу. Зокрема, воно перебуває в інтервалі розрахованих Міністерством економіки України для перших кварталів 2007 та 2008 років значень показників частки прямих іноземних інвестицій у загальному обсязі інвестицій (18 % та 30 % відповідно). Крім того, згідно з наказом Міністерства економіки України «Про затвердження Методики розрахунку рівня економічної безпеки України» [155] та затвердженою ним методикою розрахунку рівня економічної безпеки України, порогові значення показника частки прямих іноземних інвестицій у загальному обсязі інвестицій становлять 20–30 %. Еластичність заміщення вітчизняних та іноземних інвестицій відкалібровано на рівні $\rho_{oi} = 0,25$, як у згаданих вище роботах для Південної Кореї та Болгарії.

Значення показника формування схильності до споживання відкалібровано як $b = 0,6$, що приблизно відповідає прийнятим значенням у літературі по моделях ДСЗР. Еластичність премії за ризик для економіки України за розміром чистого іноземного боргу становитиме $\psi^R = 0,00003$. Це досить мала величина, яка не згладжуватиме

високочастотні коливання в економіці, проте сприятиме стаціонарній поведінці боргу України (борг не зростатиме нескінченно, оскільки його ціна – ставка кредитування – також зростатиме).

Оцінена Хомишиним та Біленком еластичність експорту $x_i = 0,8$, що відповідає оцінкам для країн, схожих на Україну [156]. Параметр, який вимірює ступінь інерційності попиту на експорт, w_i , встановлено на рівні 0,35, що приблизно описує посередню інерційність експорту [157; 158].

Припустимо, що ступінь індексації цін як у вітчизняній економіці, так і за кордоном дорівнює 0,5, що означатиме середнє значення цього показника (1,0 – повна індексація, 0,0 – індексація відсутня).

Еластичність ціни капіталу по відношенню інвестицій до капіталу φ встановлено на рівні 0,5.

Задамо такі параметри монетарного правила: $\gamma_R = 0,7$ (НБУ діє в рамках порівняно нестабільної економіки, тому цей параметр знижений з величини 0,9, встановленої Бернанке, Гертлером та Гілхрістом [80] для економіки США, тобто український центральний банк може різкіше міняти ставку), $\gamma_\pi = 1,5$, $\gamma_y = 0,5$, $\gamma_s = 2,0$, $\gamma_{mu} = 0,5$ (ступінь реакції на інфляцію та девальвацію вищий, ніж на інші показники, оскільки саме стабільність перших повинен гарантувати монетарний регулятор відповідно до чинного законодавства).

Еластичність зовнішньої премії за ризик (2.113) по левериджу підприємства ν відкалібровано на рівні 0,05.

Крім того, припустимо, що всі авторегресійні параметри шоків дорівнюють 0,5 (ці параметри точніше будуть оцінені в наступному підрозділі).

Враховуючи глобалізацію та відкритість кордонів, дифузію технологій та інших елементів виробничого процесу, припустимо, що еластичність заміни продуктів вітчизняного виробництва, виготовлених для споживання, іноземними дорівнює одиниці. Частку вітчизняних товарів у структурі споживання домогосподарств відкалібровано на рівні 0,75 %, що близько, наприклад, до фактичних та рекомендованих показників, розрахованих Міністерством економіки України для перших кварталів 2007 та 2008 років (показники частки імпорту у внутрішньому споживанні держави та частки імпорту продовольства у внутрішньому споживанні держави).

Припустимо, що в стаціонарному стані члени домогосподарства працюють у середньому третину свого часу. Відношення

зовнішнього боргу до ВВП України за 2009–2012 роки в середньому становить 76 %, а грошових переказів працюючих із-за кордону до ВВП – 12 %. Середній валютний курс за цей період становить 7,9 гривні за долар. Середнє відношення капіталу до чистої вартості активів за 2009–2012 роки (дані на 1 січня кожного року) становить 0,76 (цей показник розрахований наближено як частка від ділення власного капіталу підприємств до необоротних активів).

Відношення споживання домогосподарств, урядових видатків та експорту до ВВП за 1Кв2011–3Кв2013 в середньому становить відповідно 58 %, 20 % та 49 %. Відношення необоротних активів до ВВП за 2007–2012 роки відкалібровано на рівні 7,21.

Для оцінки моделі вибрано п'ять числових рядів: споживання, інвестиції, монетарний агрегат M1, відсоткова ставка та рівень інфляції. Дані відповідають спеціальному стандарту поширення даних Міжнародного валютного фонду, які готуються і поширюються Державною службою статистики України. Споживання та інвестиції – це, відповідно, реальне споживання та реальні інвестиції в середньоквартальних цінах 2007 року. Для кінцевого використання застосовуватимуться показники на душу населення. Монетарний агрегат M1 поділено на дефлятор ВВП, який розрахований як частка від ділення номінального ВВП на реальний ВВП. Інфляція задана як темп росту дефлятора. Відсоткова ставка – це квартальна середня ставка на депозити в національній валюті. Модель оцінювалась на реальній інформації за період з 1 кварталу 2001 по 3 квартал 2013 року.

Кожну змінну представлено у формі тренду та короткострокових коливань за допомогою фільтра Ходріка – Прескотта, ідея якого полягає в розкладі змінної, наприклад, Y_t , на два компоненти: довгостроковий тренд Y_t^T та короткострокові коливання і збурення Y_t^C :

$$Y_t = Y_t^T + Y_t^C, \quad (3.1)$$

де Y_t^T можна знайти шляхом розв'язку такої оптимізаційної задачі:

$$\min_{\{Y_t^T\}_{t=1}^{Time}} \sum_{t=1}^{Time} (Y_t - Y_t^T)^2 + \lambda_{HP} \sum_{t=2}^{Time-1} ((Y_{t+1}^T - Y_t^T) - (Y_t^T - Y_{t-1}^T))^2, \quad (3.2)$$

де Time – розмір вибірки;

λ_{HP} – параметр, значення якого рекомендується брати за 100 для річних, 1600 для квартальних та за 14400 для місячних даних.

Відповідно, лог-відхилення змінної розраховується як логарифм значення змінної до довгострокового тренду.

Для оцінки моделі за допомогою байесівської економетрики потрібно задати апіорні розподіли параметрів, які будуть оцінюватися. Існують певні рекомендації щодо відбору параметрів для оцінки. Вважається, що ті параметри, які сильно впливають на модель у стаціонарному стані, не бажано оцінювати (наприклад, ставка дисконтування β), оскільки в процесі оцінювання величина параметра постійно змінюється (йде пошук оптимального значення) і, відповідно, постійно сильно змінюватиметься стаціонарний стан моделі. Крім того, з практичного погляду, прийнято оцінювати ті параметри, калібрацію яких проведено недостатньо точно (наприклад, немає достатньо даних для розрахунку параметра і він обраний на основі «розумної здогадки»). Значення такого параметра буде уточнене під час економетричної оцінки. Отже, відібрано такі групи параметрів для оцінки: параметри монетарного правила, авторегресійні параметри, параметри, які описують цінові негнучкості та негнучкості на ринку капіталів, частка капіталу у виробничій функції та стандартні відхилення шоків. Також існують рекомендації щодо вибору типу розподілу параметрів. Якщо область значень параметра охоплює всю реальну вісь, то рекомендується нормальний розподіл, якщо тільки позитивні значення, то можна використовувати гамма-розподіл, якщо область значень лежить в інтервалі від нуля до одиниці, то застосовуватимемо бета-розподіл, відповідно, для шоків треба використовувати обернений гамма-розподіл. Задані апіорні розподіли параметрів моделі наведено в таблиці Б.1 додатка Б.

3.2. Формування монетарних правил при значних збуреннях на фондовому ринку на основі сценарної реалізації розробленої динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для економіки України

На основі методів байесівської економетрики, детально описаних у підрозділі 2.3, було оцінено розроблену модель ДСЗР у програмному пакеті Dynare/Matlab, симуляції також проводились у програмному

пакеті GAUSS (програмні коди надано в додатку Е)². Отримані результати оцінки постеріорних розподілів показано в додатку В на рис. В.1, В.2 та В.3. Модель було оцінено, використовуючи два блоки алгоритму Метрополіса – Гастінгса, кожен з яких мав 20 тисяч ітерацій. Першу половину значень параметрів було відкинуто, оскільки вони можуть сильно залежати від початково заданих умов.

Після уточнення апіорно заданих значень параметрів як першого наближення виявилось, що оцінена еластичність ціни капіталу по відношенню інвестицій до капіталу, φ , є дещо більшою від апіорного значення 0,5 і становить 0,57. Це означає, що існують порівняно великі затримки із засвоєнням нових інвестицій, з інсталяцією нового обладнання тощо. Показник негнучкості цін оцінено на рівні $\theta = 0,74$, що означає, що компанії змінюють ціни приблизно раз у рік, тобто дещо рідше від очікуваного значення (раз у три квартали). Частку капіталу в загальному виробництві оцінено як 0,25. Це значення є порівняно низьким і може свідчити про невисокий технологічний розвиток економіки України та низьку автоматизацію праці.

Авторегресійний параметр перед лаговою змінною для технології є найнижчим і становить тільки 0,03. Це означає, що технологічні зміни є дуже нестабільними, тобто, наприклад, ріст технологій у минулому періоді може супроводжуватися різкою зупинкою прогресу вже в теперішньому періоді. Найбільш стабільним є шок уподобань домогосподарств, його авторегресійний коефіцієнт оцінено на рівні 0,84 – домогосподарства повільно змінюють свої міжчасові уподобання і не є дуже схильними до коливань своїх поглядів щодо відносної оцінки теперішнього та майбутнього споживання. Низькі параметри авторегресійних шоків перед лаговими змінними характеризують також закордонний сектор (для закордонного ВВП коефіцієнт дорівнює 0,23, а для інфляції він становить 0,28, тобто зовнішній сектор дещо нестабільний згідно з оцінкою моделі), а також шок попиту на грошові залишки (має значення 0,27, що передбачає часту зміну попиту на гроші та швидке згасання певних тенденцій у цьому напрямку). Стійкішими виявилися шок інвестицій (значення 0,58,

² Автори вдячні Подпірезу Норберто (Rodríguez Norberto, Banco de la Republica), Хуану Прада (Juan Prada, Northwestern University), Івану Лозеву (Ivan Lozev, Universidad Carlos III de Madrid), Роберту Тетлоу (Robert Tetlow, Federal Reserve System), Стівену Чекетті (Stephen Cecchetti, Bank for International Settlements), Полу Граве (Paul Grauwe, KU Leuven) та іншим за надані програмні коди своїх досліджень.

що, можливо, передбачає, що якщо початкові інвестиції вже вкладено, то для завершення проектів вони продовжуватимуться і надалі декілька кварталів) та шок переказів із-за кордону (0,36, тобто, найімовірніше, заробітчани стабільно переказують кошти в Україну).

Щодо стандартних відхилень шоків моделі, то найбільше значення оцінене для шоку попиту на гроші і становить аж 38,44, що означає, що цей шок може приймати значення, які сильно відрізняються одне від одного. Стандартні відхилення інших шоків значно менші і становлять 0,29 для технології, 0,27 – для інвестиційного процесу, 0,26 – для трансферів із-за кордону та зовнішньої інфляції, 0,24 – для ВВП решти світу, 0,19 – для монетарного шоку, 0,20 – для шоку премії за ризик і 0,14 – для шоку вподобань домогосподарств.

Оцінене правило монетарної політики НБУ має таку форму: $\gamma_R = -0,15$ (реакція на лагову відсоткову ставку), $\gamma_{\pi} = 2,26$ (реакція на інфляцію), $\gamma_y = 0,18$ (реакція на ВВП), $\gamma_s = 0,93$ (реакція на валютний курс), $\gamma_{mu} = 1,61$ (реакція на ріст грошової маси), $\gamma_{sf} = 0,06$ (реакція на фондовий ринок). Близьке до нуля значення коефіцієнта, що покликаний згладжувати коливання облікової ставки, означає, що НБУ часто може різко змінювати ставку в різні боки. Більш того, негативне значення передбачає, що після росту облікової ставки, найімовірніше, в наступному періоді вона буде знижена і навпаки, тобто спостерігається певне коливання навколо довгострокового тренду. Національний банк агресивно реагував на інфляцію: при рості останньої на 1 % регулятор у середньому підвищував облікову ставку аж на 2,26 %. Реакція на зміни ВВП була значно нижчою, що може пояснюватися тим, що НБУ своїм пріоритетним завданням вважає, передовсім, цінову стабільність, а не зростання економіки. Також активним регулятор був щодо регулювання валютного курсу, для якого параметр у монетарному правилі трохи менший за одиницю. Чим ближчим до нуля було б значення цього параметра, тим гнучкішим був би режим валютної політики в Україні (при плаваючому валютному курсі він дорівнюватиме нулю, тобто валютні коливання не змінюватимуть ставку рефінансування), і чим вище це значення, тим більш фіксованим є валютний курс. Високим виявилось і реагування НБУ на ріст попиту на гроші (грошові залишки) в економіці. Якщо домогосподарства збільшують попит на гроші, то регулятор старається охолодити його шляхом росту облікової ставки. Також виявилось, що Національний банк реагує

на зміни на фондовому ринку, оцінений коефіцієнт становить 0,06, що передбачає, що при рості фондового ринку на 1 % центральний банк збільшує в середньому облікову ставку на 0,06 %.

Вплив шоків на економічну систему проаналізовано за допомогою імпульсних функцій відгуку, які відображено в додатку Д на рис. Д.1–Д.11.

На рис. Д.4 відображено ефект від зниження облікової ставки на 1 % протягом одного кварталу. Це спричинить миттєвий ріст ВВП на 0,5 %, темпи росту збільшуватимуться, досягнувши свого піка приблизно у 2 кварталі, і порівняно різко падатимуть до 10 кварталу. Далі повільно обсяг виробництва наближуватиметься до довгострокового рівноважного значення. Практично аналогічний ефект монетарний шок має на вітчизняне, імпордне і сукупне споживання та обсяги експорту. Слід зазначити, що експорт зростатиме швидше, ніж імпорт, таким чином, сальдо зовнішньої торгівлі плавно зростатиме до 2 кварталу і тому наближуватиметься до рівноважного значення. Споживання власників бізнесу поводитиметься дещо інакше в порівнянні з іншими типами споживання: воно різко зросте і плавно падатиме до рівноважного значення. Зниження облікової ставки матиме порівняно сильний ефект на інвестиції, як вітчизняні, так і закордонні зростуть відразу на 4–5 %, але вже через рік – півтора наблизяться до свого довгострокового значення. Спостерігатиметься також ріст інфляції, після чого вона спаде до рівноважного значення. Аналогічно зростатимуть грошова маса, чиста вартість активів, вартість капіталу (фундаментальна ціна), зайнятість та зарплата, які з часом повертатимуться до своїх попередніх значень. Валютний курс дещо девальвує. Обсяги зовнішніх запозичень спадуть приблизно на 1 % і порівняно довго триматимуться на новому рівні. Спекулятивна ціна капіталу зростатиме паралельно з фундаментальною спочатку на 3 %, а потім плавно спадатиме до довгострокового рівня.

Найпоширеніша реакція економічних змінних на короткостроковий шок фондового ринку, тобто перевищення спекулятивної ціни над фундаментальною на 1 %, має форму початкового різкого або Π -подібного росту з наступним порівняно швидким зменшенням до рівноважного значення і з подальшим невеликим тривалим негативним відхиленням від стаціонарного стану. Крім того, ефект від цього шоку є порівняно меншим, ніж ефект, наприклад, від монетарного шоку. Так, спочатку ВВП зросте більше ніж на 0,2 % і вже

з початку 2 кварталу почне повертатися до рівноважного значення. На початку 3 року значення змінної впаде дещо нижче, ніж значення в стаціонарному стані і порівняно довго триматиметься на цьому рівні. Ефект на споживання на порядок менший, і воно найбільше зростатиме в середньостроковому періоді. Чистий експорт спочатку зросте, потім впаде і поступово, коливаючись, наблизатиметься до рівноважного стану. Схожим чином поводитиметься й інфляція.

Технологічний шок позитивно впливатиме на ріст ВВП та спричинятиме короткострокове падіння темпів росту інфляції. Вартість капіталу знизиться.

Ріст урядових видатків на 1 % стимулюватиме ріст ВВП на 0,8 %, але вже через рік – півтора стимулюючий ефект зникатиме. Споживання незначно падатиме. Вплив на інфляцію та чистий експорт також порівняно незначимий. Зросте зайнятість та збільшаться темпи росту зовнішнього боргу в короткостроковому періоді. Ефект витіснення інвестицій не спостерігається.

Дуже сильний вплив на економіку України мають позитивні зрушення на світовій арені. Ріст ВВП решти світу на 1 % спричинить майже 4 % тимчасового росту ВВП в Україні. Експорт зросте на 10 %. Також прискориться тимчасово й інфляція. Це сприятиме позитивному росту і на фондовому ринку. Зовнішній ціновий шок впливатиме головним чином на сукупну інфляцію в Україні та призводитиме до ревальвації / тимчасового подорожчання національної валюти України.

Модель також передбачає значне падіння зовнішнього боргу при рості міжнародної премії за ризик (вартість кредитних ресурсів зросте). Міжнародні перекази із-за кордону позитивно впливають на ріст ВВП, прискорюють інфляцію, а також стимулюють тимчасовий ріст фондового ринку. Національна валюта тимчасово девальвує/знецінюється.

Несприятливий інвестиційний шок стимулюватиме ріст виробництва та падіння інвестицій. Шок попиту на гроші (збільшення уподобань домогосподарств тримати готівку) спочатку негативно впливає на економічні змінні (вилучення грошей з обігу), але потім набуває зворотного ефекту і з часом згасає. Шок уподобань (домогосподарства більш рівномірно розподіляють споживання в часі) викликає тимчасовий ріст споживання і має загалом позитивний вплив на фондовий ринок.

Декомпозиція дисперсії. Для глибшого розуміння впливу монетарної політики, фондового ринку та інших елементів системи на розвиток економіки країни потрібно провести декомпозицію дисперсії, яка полягає у визначенні частки кожного шоку в загальному темпі росту певної змінної. Наприклад, які події спричинили в минулому чи спричинять у майбутньому зміну ВВП, яка частка кожної з них у сукупній величині коливань обсягу виробництва. У рамках запропонованої моделі розглядаються 11 різних шоків: шок урядових видатків (ріст урядових видатків, наприклад, на 1 %), фондової бульбашки (ріст спекулятивної ціни над фундаментальною на певну величину), трансферів (ріст переказів із-за кордону), ріст світового ВВП, ріст премії за ризик (зростання розриву між вартістю кредитних ресурсів на світових ринках та вартістю ресурсів для України через нижчий кредитний рейтинг держави), ріст світових інфляційних процесів, інвестиційний шок, монетарний шок (падіння або ріст облікової ставки), ріст технології, ріст граничної корисності від володіння грошовими накопиченнями (попит на гроші збільшується), ріст корисності від споживання товарів та послуг у майбутньому в порівнянні з теперішнім періодом часу. У початковому періоді вибірки коливання змінної залежать здебільшого від лагових (початкових) значень цієї ж змінної через відсутність достатньої кількості попередніх спостережень.

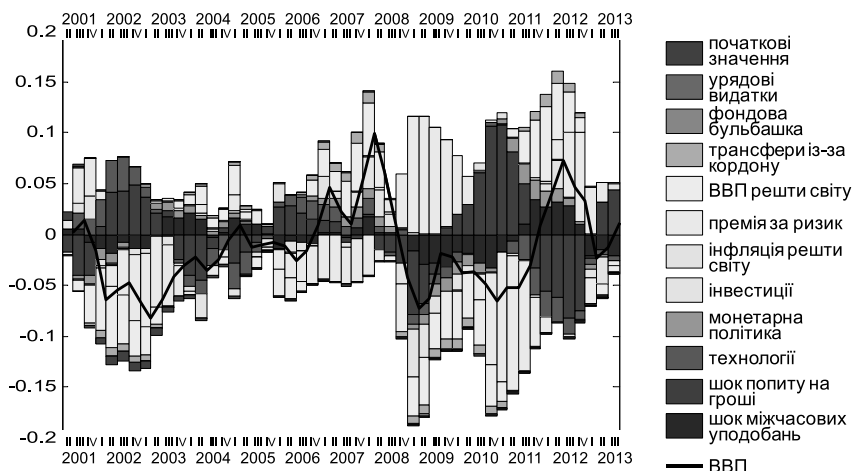


Рис. 3.2. Історична декомпозиція дисперсії ВВП України
Джерело: розраховано авторами на основі розробленої моделі

Як видно з рис. 3.2, ключовими факторами, які впливали на динаміку ВВП протягом минулих років, були зміна уподобань споживачів та події на зовнішніх ринках (ріст ВВП та інфляції решти світу і розмір премії за ризик, трансфери із-за кордону). Цікаво, що,

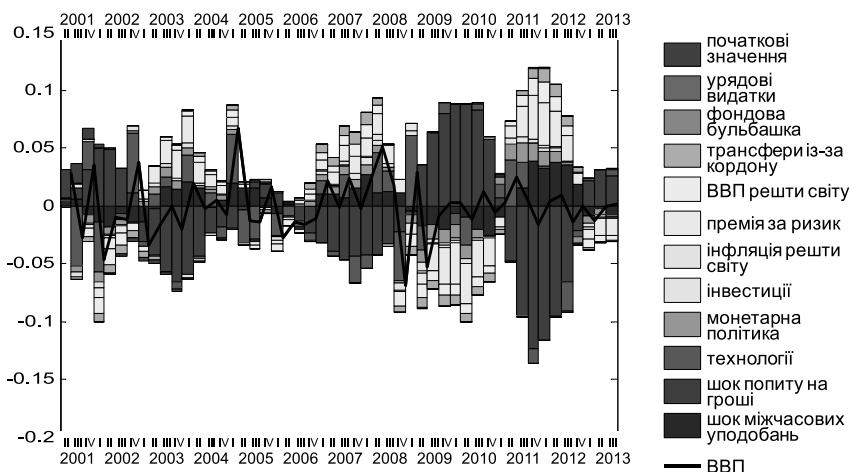


Рис. 3.3. Історична декомпозиція дисперсії інфляції в Україні

Джерело: розраховано авторами на основі розробленої моделі

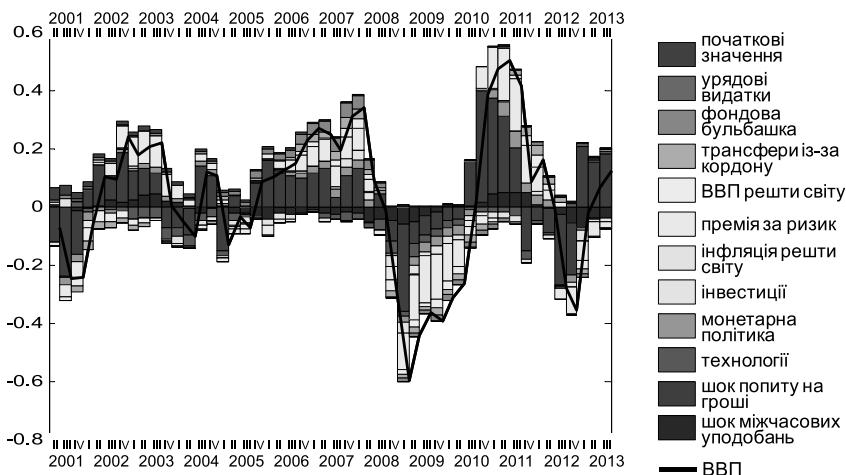


Рис. 3.4. Історична декомпозиція дисперсії спекулятивної (реальної) ціни на фондовому ринку України

Джерело: розраховано авторами на основі розробленої моделі

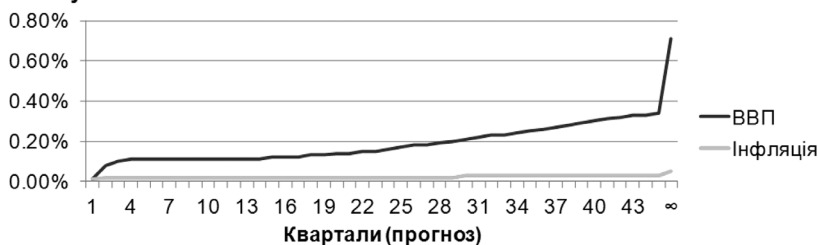
згідно з історичною декомпозицією дисперсії, монетарна політика була проциклічною. Фондовий ринок незначимо впливав на динаміку ВВП (схожий висновок зроблено і на основі функції відгуку).

Декомпозиція дисперсії інфляції відображена на рис. 3.3. Ключову роль у її динаміці відіграє гранична корисність до накопичення реальних грошових залишків.

Щодо дисперсії динаміки фондового індексу, то тут важливу роль відіграють шоки уподобань, попиту на гроші, премії за ризик, зовнішній сектор та інші фактори, включаючи шок фондової бульбашки. Монетарна політика проциклічно впливала на фондовий ринок. Декомпозиція дисперсії облікової ставки показує, що лівова частка пояснюється зміною попиту на гроші.

Для того щоб визначити, як фондовий ринок, монетарна політика та реальний сектор економіки (їх дисперсії) будуть пов'язані в майбутньому, можна провести прогнозу декомпозицію дисперсії. Шок фондової бульбашки, як видно на першій частині рис. 3.5, незначно пояснює коливання (дисперсію) таких реальних змінних, як ВВП та інфляція. Хоча слід зазначити, що частка збільшується з ростом періоду прогнозу і досягає максимуму в нескінченному періоді часу.

Шок бульбашки



Монетарний шок

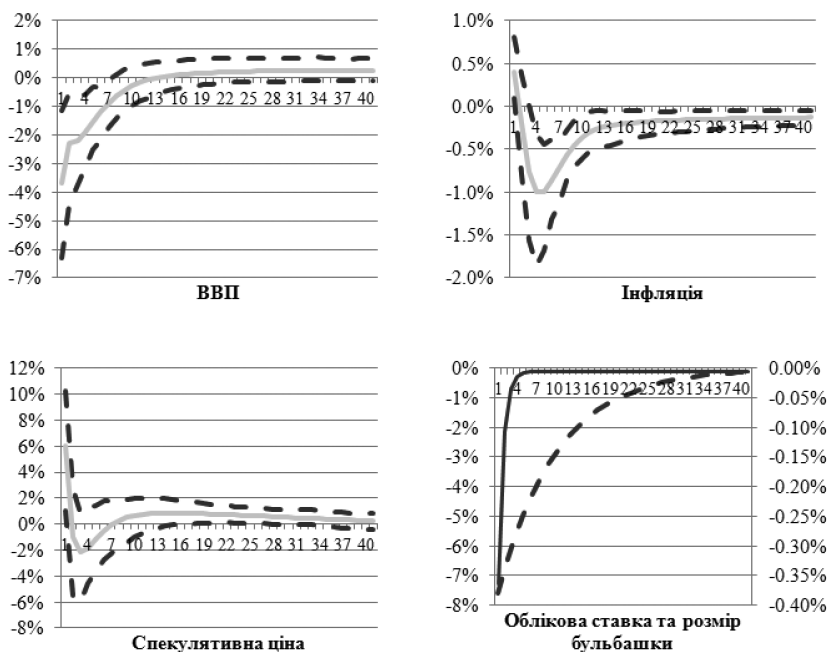


Рис. 3.5. Прогнозна декомпозиція дисперсії

Джерело: розраховано авторами на основі розробленої моделі

Частка фондового індексу в поясненні коливання облікової ставки нульова. Щодо шоку монетарної політики, то він становить порівняно значиму частку в дисперсії інфляції, ВВП та фондового індексу, досягаючи максимуму в третьому кварталі і спадаючи при збільшенні прогнозного періоду.

Прогноз розвитку фондового ринку та економіки країни на основі побудованої моделі показує, що починаючи з 4 кварталу 2013 року (це перший прогнозований квартал, оскільки модель побудована на даних до 3 кварталу 2013 року) і аж до середини 2016 року слід чекати повільного збільшення темпів росту економіки, хоча ВВП постійно перебуватиме нижче від свого потенційного значення. Розмір



Умовні позначення: на перших 3 частинах штрихпунктирні лінії позначають межі 95 % довірчого інтервалу. По горизонталі – квартали, перший квартал відповідає 4 кварталу 2013 року. На четвертій частині суцільна лінія – це облікова ставка, що відображена на лівій шкалі, штрихпунктирна лінія – це різниця між спекулятивною та фундаментальною цінами, що відображена на правій шкалі.

Рис. 3.6. Прогноз динаміки основних макроекономічних показників української економіки

Джерело: розраховано авторами на основі розробленої моделі

виробництва наблизатиметься до свого довгострокового тренду і в 3 кварталі 2016 року буде вищим за свій потенційний рівень. Короткострокове призупинення зменшення ВВП-розриву буде зафіксовано у 1–2 кварталах 2014 року. У довгостроковому періоді очікується, що обсяг випуску продукції досягне потенційного рівня і дещо перевищуватиме його в середньому на 0,7 % (рис. 3.6).

Слід зазначити, що представлений прогноз порівняно добре описує справжній реалізований сценарій, зокрема значне падіння виробництва в першій половині 2014 року та поступове гальмування негативних процесів у кінці 2014 та перехід на стадію позитивного росту у 2015 та наступних роках.

Щодо інфляції, то прогнозується, що вона спочатку дещо впаде, а потім почне зростати синхронно з ВВП – це класичні ознаки виходу з кризи. У кінці 2013 року прогнозується ріст фондового індексу, який поступово спадатиме протягом 2014 року. У 2015 році розпочнеться його ріст, а значення змінної перебуватиме над стаціонарним протягом довгострокового періоду часу. Складова негативної бульбашки у спекулятивній ціні постійно спадатиме, наближаючись до нуля. Аналогічно спадатиме негативне відхилення облікової ставки НБУ від свого довгострокового тренду.

Описаний прогноз зроблено на основі припущення про відсутність значимих шоків, як позитивних, так і негативних. У рамках запропонованої моделі можна також оцінювати і складніші прогнози, які враховуватимуть різні сценарії (оптимістичні, песимістичні тощо).

Таким чином, на підставі аналізу параметрів моделі, функцій відгуку та декомпозиції дисперсії видно, що монетарна політика значимо впливає на фондовий ринок, тоді як останній має значно слабший ефект на політику Національного банку України.

3.3. Монетарна політика в умовах збурень на фондовому ринку для підтримки економічної стабільності української економіки

У табл. 3.1 показано результати оцінки та оптимізації монетарного правила. Як уже аналізувалось у підрозділі 3.2, Національний банк України встановлює облікову ставку неплавно, слабо реагуючи

на її попереднє значення. Реакція на інфляцію є агресивною, неакомодаційною. Зміна облікової ставки у відповідь на коливання ВВП є порівняно невисокою. Оцінка показує, що центральний банк також значимо реагує на зміни грошової маси та валютного курсу, що передбачає існування напівфіксованого валютного режиму. Виявляється також, що Національний банк слабо реагував на зміни на фондовому ринку: ріст фондового індексу на 1 % спричиняв підвищення облікової ставки на 0,06 %.

Для пошуку оптимальної монетарної політики в рамках описаної моделі з додаванням елементу фондового ринку використано підхід мінімізації функції втрат. Застосовано три підходи до оптимізації монетарного правила. По-перше, проводиться оптимізація тільки по параметру, що відображає реакцію НБУ на фондовий ринок γ_{sf} , при цьому інші параметри монетарного правила залишаються на рівні оцінених. У результаті, оптимальним рівнем реакції на фондовий ринок є значення параметра 0,21, що значно перевищує оцінене значення 0,06. Це означає, що при збільшенні фондового індексу на 1 % облікова ставка НБУ повинна збільшуватись на 0,21 %, а не на 0,06 %, як це відбувається в середньому протягом останніх років (на основі оціненої моделі).

Таблиця 3.1

Значення функцій втрат для різних правил монетарної політики

Тип моделювання	γ_R Облікова ставка	γ_{Π} Очікувана інфляція	γ_y ВВП	γ_s Ріст грошової маси	γ_s Валютний курс	γ_{sf} Спекулятивна ціна	Цільова функція
Оцінка	-0,15	2,26	0,18	1,61	0,93	0,06	-
Оптимізація 1	-	-	-	-	-	0,21	0,015
Оптимізація 2	-	2,31	0,72	1,79	0,75	0,42	0,014
Оптимізація 3	-0,32	2,31	0,73	1,79	0,75	0,42	0,014

Джерело: оцінено та розраховано авторами на основі розробленої моделі

По-друге, припустимо, що НБУ не бере до уваги попереднє значення облікової ставки і реагує тільки на інфляцію, ВВП, валютний курс та фондовий ринок. У результаті рекомендована оптимальна реакція ще більша і становить 0,42.

По-третє, припустимо, що оптимізуються всі параметри монетарного правила, включаючи реакцію на облікову ставку попереднього періоду. Рекомендована реакція на фондовий ринок майже не змінюється в порівнянні з другим випадком.

Таким чином, у разі виникнення шоку фондової бульбашки (тимчасовий ріст спекулятивної ціни над фундаментальною на 1 %) монетарному регулятору рекомендується збільшити облікову ставку на величину до 0,42 %. Слід зазначити, що ця рекомендація стосується реакції на простий тимчасовий шок фондової бульбашки, і невідомо, наскільки значимим буде виграш від такої політики.

Тому розглянемо складнішу ситуацію утворення – лопання фондової бульбашки і протестуємо правила монетарної політики щодо необхідності реакції на фондовий ринок. Порівняємо результати, отримані для великої закритої економіки, з результатами для малої відкритої економіки, отриманими в рамках цієї роботи [159].

Як уже було зазначено, припустимо, що після утворення бульбашки очікується, що вона може лопнути з імовірністю 0,75. Нехай у певний момент часу відбувається відхилення спекулятивної ціни від фундаментальної на 1 % ($\varepsilon_t^{bubble} = 0,01$). Це спричинятиме ріст бульбашки. Припустимо, що вона зростає протягом чотирьох кварталів, а потім лопає таким чином, що спекулятивна ціна спочатку зрівнюється з фундаментальною. При цьому одночасно відбувається сильне просідання фондового ринку і за таких умов спекулятивна ціна вже зменшується на 1 % відносно фундаментальної. Припустимо також, що така негативна бульбашка розвиватиметься також протягом чотирьох кварталів і після цього остаточно лопне, зрівнюючи спекулятивну та фундаментальну ціни.

Для розглянутого сценарію в табл. 3.2 наведено результати розрахунку функції втрат протягом 30 кварталів з початку утворення і розвитку бульбашки (без бульбашки та впливу інших шоків значення цієї функції дорівнюватиме нулю). Якщо коротко узагальнити сценарій, описаний вище, то припускається, що спочатку виникає позитивна бульбашка, через чотири квартали вона лопає й одночасно починає розвиватися негативна бульбашка, яка також лопає через чотири квартали. Відповідно, бульбашка повністю зникає, а економіка з часом прямує до стаціонарного стану. Проведений аналіз показав, що роль монетарної політики у формі описаних монетарних правил у цьому процесі різна. Найефективніше нейтралізує вплив утворення

й лопання позитивної та негативної фінансових бульбашок на економіку агресивна монетарна політика без реагування на зміни на фондовому ринку. Тобто Національний банк не повинен змінювати облікову ставку при виникненні – лопанні бульбашки, оскільки це тільки погіршить ситуацію. Достатньо сильної реакції на ціни, які відхилятимуться від рівноважних значень при змінах на ринку капіталів. Аналогічно, якщо проводиться акомодатійна політика, оптимальним рішенням для суспільства буде не реагувати на фондові котирування. Наприклад, при зміні спекулятивної ціни на 1 %, $s_{t-1} = 0,01$, центральний банк збільшить облікову ставку на нуль відсотків як результат прямої реакції (насправді загальна зміна облікової ставки буде, найімовірніше, ненульовою, оскільки, крім фондового ринку, центральний банк реагує ще й на інфляцію, а також встановлює значення відповідно до відсоткової ставки попереднього періоду). Результати останньої стратегії поведінки, яка описана вказаним монетарним правилом, схожі на наслідки проведення акомодатійної політики вже з реакцією на зміни цін на активи, коли, наприклад, ріст спекулятивної ціни на 1 %, $s_{t-1} = 0,01$, прямо призводитиме до збільшення облікової

Таблиця 3.2

Значення функції втрат для різних правил монетарної політики

№	Монетарна політика			Значення функції втрат ($\lambda_{\text{loss}} = 0,5$)	
	Тип монетарної політики	Інфляція	Фондовий ринок	Велика закрита економіка	Мала відкрита економіка
1	Яструбина з реакцією на котирування	2,0	0,1	$0,649 \cdot 10^{-5}$	$0,601 \cdot 10^{-10}$
2	Голубина з реакцією на котирування	1,1	0,1	$0,339 \cdot 10^{-5}$	$0,605 \cdot 10^{-10}$
3	Яструбина без реакції на котирування	2,0	0,0	$0,016 \cdot 10^{-5}$	$0,608 \cdot 10^{-10}$
4	Голубина без реакції на котирування	1,1	0,0	$0,271 \cdot 10^{-5}$	$0,804 \cdot 10^{-10}$

Примітка. Яструбина політика – це агресивна монетарна політика, голубина – акомодатійна монетарна політика.

Джерело: розраховано авторами на основі розробленої моделі

ставки на 0,1 %. Найбільші коливання ВВП та інфляції будуть при проведенні агресивної політики з реакцією на фондовий ринок.

На рис. 3.7 показано зміну ВВП та інфляцію протягом виникнення та лопання бульбашок. Саме агресивна монетарна політика без реакції на фондовий ринок сильніше згладжує коливання макрозмінних у порівнянні з акомодативною політикою, оскільки значення функції втрат, помножене на 100, є мінімальним у порівнянні з альтернативами.

На рис. 3.7 показано, що спочатку спекулятивна ціна зростає на 1 % і протягом наступних трьох кварталів вона практично подвоюється кожного часового періоду, досягаючи 8 %. Далі, як видно, бульбашка лопає і переходить відразу в негативну з падінням спекулятивної ціни над довгостроковою фундаментальною на -1 %. Дзеркально до позитивної бульбашки негативна зростає майже до -8 % і остаточно лопає у дев'ятому кварталі, коли відхилення між спекулятивною та фундаментальною цінами практично зникає. З рис. 3.7 видно, що в разі проведення НБУ агресивної монетарної політики

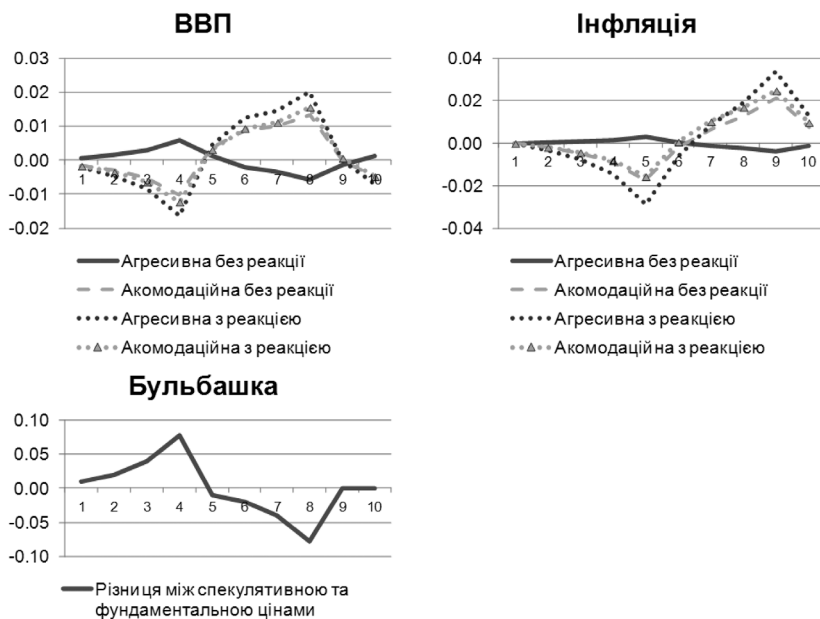


Рис. 3.7. Зміна макроекономічних показників в умовах утворення – лопання позитивної та негативної бульбашок для великої закритої економіки
Джерело: розраховано авторами на основі розробленої моделі

без реакції на фондовий ринок коливання ВВП та інфляції будуть синхронізовані з розвитком бульбашки. У разі акомодативної політики та агресивної з реакцією на фондовий ринок ВВП та інфляція поводитимуться контрциклічно до розвитку бульбашки. Коливання ВВП та інфляції при застосуванні агресивної політики значно менші, ніж при використанні акомодативного монетарного правила, що підтверджується також і значеннями функції втрат з табл. 3.2.

Отже, при зміні цін на активи на фондовому ринку НБУ не повинен коригувати облікову ставку, а змінювати її тільки при зміні інфляції, причому ця зміна має бути порівняно значною (агресивною). Цей висновок отримано в рамках моделі для великої закритої економіки, тоді як Україну слід, найімовірніше, вважати малою закритою економікою.

Якщо розглянути ситуацію для малої відкритої економіки, то, як видно з табл. 3.2 та рис. 3.8, оптимальною буде агресивна реакція на інфляцію та врахування в монетарному правилі фондового

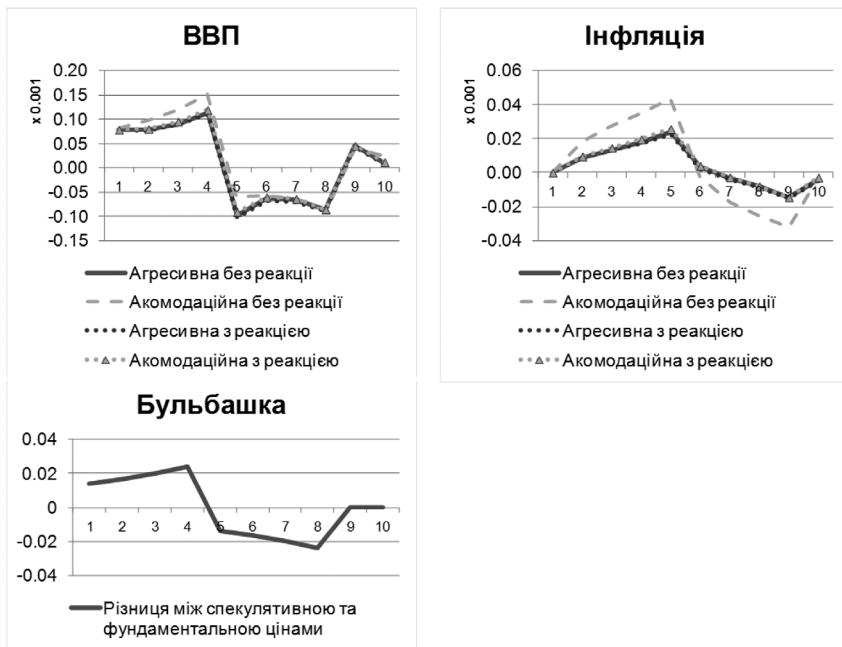


Рис. 3.8. Еволюція деяких макропоказників в умовах утворення – лопання позитивної та негативної фінансових бульбашок: мала відкрита економіка
Джерело: розраховано авторами на основі розробленої моделі

ринку, оскільки функція втрат приймає в цьому випадку найменше значення. Але, згідно із значеннями функції втрат, два інші правила (агресивна без реакції та акомодатійна з реакцією) забезпечують схожий рівень стабільності для економіки країни. Тільки у випадку акомодатійної політики щодо інфляції та без реакції на фондовий ринок коливання системи на шок фондової бульбашки зростають значиміше. Слід зазначити також, що в порівнянні з моделлю великої закритої економіки модель малої відкритої економіки вказує на меншу роль фондового ринку. Коливання ВВП та інфляції є значно меншими при виникненні – лопанні бульбашок, ніж у випадку великих закритих економік. Це може пояснюватися тим, що спекулятивна ціна на фондовому ринку значною мірою формується із врахуванням закордонних прямих та портфельних інвестицій і фундаментальна ціна (яка, наприклад, розраховується аналітиками інвестиційних банків) дуже сильно прив'язана до спекулятивної, і розрив між ними якщо й виникає, то він малий.

Висновки до розділу 3

Дослідження ефективної монетарної політики в умовах збурень на фондовому ринку дозволило:

- визначити параметри, які потрібно калібрувати на основі статистичних даних та досліджень інших учених із врахуванням особливостей розробленої макроекономічної моделі загальної рівноваги для української економіки;
- провести оцінку параметрів моделі, застосовуючи статистичні та математичні програмні продукти;
- провести діагностування якості та адекватності оціненої на реальних даних моделі шляхом аналізу оцінених параметрів, функцій відгуку, декомпозиції дисперсії та формування прогнозу розвитку економіки України;
- оцінити та розрахувати оптимальні правила монетарної політики;
- проаналізувати сценарії реакції Національного банку України на виникнення та збільшення дестабілізуючих процесів на фондовому ринку;

– дати рекомендації щодо стратегії Національного банку в умовах прогнозу можливих значних коливань на фондовому ринку з метою їх зменшення або попередження негативних наслідків для економічного розвитку української економіки;

– зокрема, проведений сценарний аналіз показує, що Національному банку України можна дещо збільшити силу реакції на зміни на фондовому ринку, але від такої політики не варто чекати суттєвого покращення, оскільки фондовий ринок сам по собі не відіграє визначальної ролі і мало впливає на економіку країни. Крім того, НБУ слід зосередитися на агресивній реакції на інфляцію, що, можливо, також передбачає перехід до інфляційного таргетування та активнішої, на відміну від фіксованого валютного курсу, політики щодо управління економічною системою та недопущення чи послаблення дії негативних шоків.

Основні результати розділу відображено в наукових працях авторів [159–162].

ВИСНОВКИ

У монографії здійснено теоретичне обґрунтування та емпіричне визначення ефективних інструментів монетарної політики, спрямованих на досягнення макроекономічної стабільності в умовах значних флуктуацій на фондовому ринку із застосуванням адекватного економіко-математичного інструментарію, а саме динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги, яка враховує поведінку фондового ринку та дає можливість досліджувати складні економічні системи в динаміці в умовах невизначеності зовнішнього та внутрішнього середовища. Проведене наукове дослідження дало змогу сформулювати такі висновки:

1. На підставі аналізу теоретико-методологічних аспектів формування монетарної політики обґрунтовано наявність суттєвого взаємозв'язку між станом фондового ринку та економічним розвитком; визначено економічні передумови впливу монетарної політики на фондовий ринок для згладжування або попередження негативних наслідків утворення фондових бульбашок з метою досягнення макроекономічної та фінансової стабільності, а також виявлено основні канали впливу фондового ринку на реальний сектор економіки, серед яких ключовими є канали «ефекту багатства» та «ефекту балансу».

2. У результаті дослідження теоретичних засад досягнення макроекономічної стабільності при значних флуктуаціях на фондовому ринку та існуючого економіко-математичного інструментарію моделювання монетарних процесів в умовах фінансової нестабільності доведено доцільність і перспективність розробки нових підходів для проведення системного аналізу та формування коротко- і довгострокової монетарної політики, спрямованої на зменшення негативних наслідків збурень на фондових ринках та досягнення макроекономічної стабільності.

3. Обґрунтовано переваги монетарної політики з використанням монетарних правил над дискреційною монетарною політикою

в сучасних умовах економічного розвитку. Доведено, що саме монетарні правила дозволяють стабілізувати економічну систему в умовах дії зовнішніх та внутрішніх шоків; розроблено концепцію формування оптимальних правил монетарної політики при виникненні збурень на фондовому ринку на основі реалізації динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги.

4. Визначено специфікацію моделі фінансового акселератора для української економіки, обґрунтовано доцільність її включення в загальну динамічну стохастичну макромодель та необхідність встановлення в такому випадку адекватного функціонального взаємозв'язку між вартістю кредитних ресурсів й активами українських підприємств, що дозволяє врахувати можливість виникнення на ринку кредитування дефіциту грошових ресурсів та ефекту підсилення дії шоків на економіку країни. Досліджено механізм утворення й еволюції фондової бульбашки та визначено рівняння її формалізованого опису в загальній макромоделі української економіки.

5. Побудовано динамічну стохастичну модель загальної рівноваги для економіки України із врахуванням механізму фінансового акселератора та рівняння фондової бульбашки, що дає змогу формалізувати складні взаємозв'язки між фондовим ринком і реальним сектором економіки та детально дослідити й кількісно оцінити вплив флуктуацій на фондовому ринку на розвиток економічних процесів за різних початкових умов та припущень. При цьому процес розвитку фондового ринку було визначено екзогенним відносно моделі, що, як показують розрахунки, прийнятно характеризує український фондовий ринок, який сильно залежить від зовнішнього сектору.

6. Для практичної реалізації розробленої макромоделі здійснено її лог-лінеаризацію навколо стаціонарного стану, обґрунтовано коректність таких перетворень та відповідне застосування методів байєсівської економетрики для оцінювання параметрів динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги, що дозволяє враховувати додаткову інформацію, яка характеризує економічну систему.

7. Проведено діагностування якості та адекватності макромоделі на підставі аналізу отриманих значень параметрів економічної системи, функцій відгуків і декомпозиції дисперсій, які описують реакцію економіки на низку можливих дестабілізуючих факторів,

та підтверджено ефект дії фінансового акселератора, а також відтворення системою змін тенденцій, що дозволяє використовувати її для сценарного аналізу.

8. Одержано результати симуляції оціненої макромоделі з різними правилами монетарної політики. Завдяки використанню критерію мінімізації функції втрат кожне з правил отримало свою оцінку, яка дозволила їх ранжувати від «найкращого» до «найгіршого». На підставі розроблених та реалізованих сценаріїв монетарної політики доведено ефективність агресивної реакції монетарного регулятора на інфляцію. З другого боку, фондовий ринок виявився слабким фактором впливу на реальні економічні змінні (ВВП тощо). З економічного погляду, отриманий висновок про оптимальність агресивної антиінфляційної політики з незначною роллю фондового ринку може пояснюватися недостатньою значимістю останнього для економіки України та здатністю фондової бульбашки прискорювати інфляцію. Як підсумок, важливим стратегічним напрямом монетарної політики в умовах збурень на фондовому ринку є підвищення ефективності проведення монетарних інтервенцій для зменшення або завчасного попередження дії дестабілізуючих факторів шляхом сильної реакції на інфляцію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кудряшов В. П. Державна підтримка економічного зростання в Україні / В. П. Кудряшов // Фінанси України. – 2008. – № 8. – С. 42–53.
2. Варваренко Г. О. До питання визначення поняття «фінансова стабільність» / Г. О. Варваренко, В. В. Сінельник // Збірник наукових праць Національного університету державної податкової служби України. – 2009. – № 1. – С. 52–61.
3. Шинази Г. Сохранение финансовой стабильности / Г. Шинази. – Вашингтон : Международный валютный фонд, 2005. – 26 с.
4. Crockett A. The theory and practice of financial stability / A. Crockett // GEI Newsletter Issue. – 1996. – № 6 – P. 36–69.
5. Schinasi G. J. Defining Financial Stability [Електронний ресурс] / G. J. Schinasi // International Monetary Fund Working Papers. – 2004. – Working Paper № 04/187. – P. 1–19. – Режим доступу: <http://cdi.mecon.gov.ar/biblio/docelec/fmi/wp/wp04187.pdf>. – Назва з екрана.
6. Міщенко В. І. Основні напрями забезпечення стабільності фінансового сектору України в контексті глобалізаційних процесів / В. І. Міщенко, С. В. Міщенко // Фінанси України. – 2008. – № 5. – С. 56–69.
7. Бобров Є. А. Аналіз причин виникнення світової фінансової кризи та її вплив на економіку України / Є. А. Бобров // Фінанси України. – 2008. – № 12. – С. 33–43.
8. Долінський Л. Кореляційно-регресійний аналіз залежності українських фондових індексів від кон'юнктури біржових ринків світу / Л. Долінський, К. Ніколаєнко // Ринок цінних паперів України. – 2012. – № 1–2. – С. 95–104.
9. Кульпінський С. В. Регулятивні механізми фінансового ринку в макроекономічній динаміці / С. В. Кульпінський // Фінанси України. – 2009. – № 2. – С. 66–72.

10. Шелудько Н. М. Фінансові кризи на ринках, що розвиваються / Н. М. Шелудько, А. І. Шкляр // Фінанси України. – 2009. – № 2. – С. 3–21.
11. Калач Г. М. Роль фондового ринку в акумуляції й перерозподілі фінансових ресурсів у реальний сектор економіки / Г. М. Калач // Фінанси України. – 2008. – № 9. – С. 62–69.
12. Кульпінський С. В. Визначення факторів впливу на бізнесцикл у системі регулювання фінансового ринку / С. В. Кульпінський // Фінанси України. – 2009. – № 9. – С. 53–66.
13. Musonera E. Establishing a Stock Exchange in Emerging Economies: Challenge and Opportunities / E. Musonera, V. Safari // The Journal of International Management Studies. – 2008. – № 3 (2). – P. 62–68.
14. Яцюк Г. Модернізація торговельної інфраструктури ринку цінних паперів / Г. Яцюк // Економіка України. – 2010. – № 12. – С. 44–47.
15. Малюткін О. К. Оцінка фінансового сектору та його значення в економічному розвитку України / О. К. Малюткін // Фінанси України. – 2010. – № 3. – С. 92–100.
16. Чернишук В. Р. Розвиток ринку цінних паперів: проблеми і перспективи / В. Р. Чернишук, А. П. Данькевич // Фінанси України. – 2008. – № 8. – С. 93–103.
17. Калач Г. Сучасні тенденції фінансової політики у сфері фондового ринку / Г. Калач // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – № 6. – С. 216–222.
18. Барановський О. Економіка «мільних бульбашок» / О. Барановський // Економіка і прогнозування. – 2008. – № 4. – С. 45–67.
19. Долінський Л. Теоретичне підґрунтя інвестиційної оцінки цінних паперів України / Л. Долінський // Фінанси України. – 2008. – № 5. – С. 87–95.
20. Komárek L. The Classification and Identification of Asset Price Bubbles / L. Komárek, I. Kubicová // Czech Journal of Economics and Finance (Finance a uver). – 2011. – № 61 (1). – P. 34–48.
21. Kindleberger C. Manias, Panics, and Crashes: A history of Financial Crises / C. Kindleberger. – New York : Basic Books, 1978. – 271 p.
22. Sornette D. Financial Bubbles, Real Estate bubbles, Derivative Bubbles, and the Financial and Economic Crisis / D. Sornette //

- Competence Center Coping with Crises in Complex Socio-Economic Systems Working Paper Series. – 2009. – Working Paper CCSS № 09-003. – P. 1–51.
23. Сивульський М. І. Національні особливості фінансової кризи / М. І. Сивульський // Фінанси України. – 2009. – № 7. – С. 3–19.
 24. Геєць В. Формування і розвиток фінансової кризи 2008–2009 років в Україні / В. Геєць // Економіка України. – 2010. – № 4. – С. 5–15.
 25. Буковинський С. А. Середньострокова монетарна стратегія та проблеми її формування та реалізації в Україні / С. А. Буковинський, А. А. Гриценко, Т. О. Кричевська // Фінанси України. – 2008. – № 6. – С. 3–30.
 26. Ніколайчук С. Моделювання впливу макроекономічних чинників на торговий баланс України / С. Ніколайчук, В. Малюкова // Банківська справа. – 2013. – № 3. – С. 77–94.
 27. Любський М. Трансмісійний механізм грошово-кредитної політики: сутність і роль в сучасній економіці / М. Любський // Економіка України. – 2009. – № 2. – С. 79–85.
 28. Гриценко А. Концептуальні засади переходу до нової парадигми монетарної політики / А. Гриценко // Економіка України. – 2009. – № 2. – С. 31–41.
 29. Яременко О. Структурно-інституційні ефекти монетарної політики в умовах фінансової нестабільності / О. Яременко // Економіка України. – 2009. – № 2. – С. 60–66.
 30. Медвідь Т. Теоретичні підходи до визначення сутності і структури передавального механізму монетарної політики / Т. Медвідь // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – № 11. – С. 200–207.
 31. Ставицький А. В. Ефективність монетарного трансмісійного механізму в Україні / А. В. Ставицький, В. Р. Хом'як // Фінанси України. – 2010. – № 7. – С. 50–57.
 32. Бурлачков В. Теоретичні основи грошово-кредитної політики та світова фінансова криза / В. Бурлачков // Економіка України. – 2009. – № 2. – С. 49–59.
 33. Vdovichenko A. Monetary policy rules and their application in Russia / A. Vdovichenko, V. Voronina // Research in International Business and Finance. – 2006. – № 20. – P. 145–162.
 34. Діагностика фінансових криз: аналіз, методи, моделі : монографія / І. Г. Лук'яненко, В. М. Жук, О. В. Неживенко

- та ін. ; Нац. ун-т «Києво-Могилян. акад.». – К. : НаУКМА, 2011. – 198 с.
35. Шоломінська Т. Моделювання функції реакції монетарної політики Національного банку України / Т. Шоломінська // Актуальні проблеми економіки. – 2011. – № 6. – С. 299–304.
 36. Сенгачов В. Цілі й інструменти грошово-кредитної політики в умовах зростання структурних дисбалансів економіки та посилення дестабілізуючого впливу зовнішніх факторів / В. Сенгачов, Д. Плисецький // Економіка України. – 2009. – № 2. – С. 42–48.
 37. Журавка Ф. Вплив девізної політики Національного банку України на обмінний курс гривні / Ф. Журавка // Актуальні проблеми економіки. – 2008. – № 5. – С. 154–160.
 38. Марцин В. Міркування щодо особливості антиінфляційної політики в Україні / В. Марцин // Актуальні проблеми економіки. – 2010. – № 1. – С. 93–102.
 39. Головін М. Вплив фінансової глобалізації на грошово-кредитну політику: теоретичні аспекти і реакція на фінансові кризи / М. Головін // Економіка України. – 2009. – № 2. – С. 67–78.
 40. Кричевська Т. Організаційні форми взаємодії глобального і суверенного монетарного простору: висновки для політики / Т. Кричевська // Економіка України. – 2009. – № 2. – С. 86–95.
 41. Кричевська Т. Фінансово-економічна криза і виклики для грошово-кредитної політики / Т. Кричевська // Економіка України. – 2010. – № 4. – С. 65–75.
 42. Ermakov S. Financial Stability of Banking System is a Basis of Antirecessionary Economy Development / S. Ermakov // Review of General Management. – 2010. – № 11 (1). – P. 62–70.
 43. Barisitz S. Booming, but Risky: The Ukrainian Banking Sector – Hot Spot for Foreign Strategic Investors / S. Barisitz // Financial Stability Report. – 2006. – № 12. – P. 64–78.
 44. Вітлінський В. Нелінійна динаміка процесу функціонування комерційного банку на підґрунті неперервної математичної моделі / В. Вітлінський, Ю. Коляда, А. Харламов // Бізнес-інформ. – 2012. – № 3. – С. 29–34.
 45. Ніколайчук С. Криза в Єврозоні: результат відсутності фінансової дисципліни чи накопичення зовнішніх дисбалансів? / С. Ніколайчук, В. Хом'як // Вісник НБУ. – 2013. – № 2. – С. 22–28.

46. Ніколайчук С. Криза платіжного балансу: теорії та моделі / С. Ніколайчук, В. Хом'як // Вісник Університету банківської справи Національного банку України. – 2012. – № 3 (15). – С. 71–77.
47. Bordo M. Wheelock Stock Market Booms and Monetary Policy in the Twentieth Century / M. Bordo, D. Wheelock // Federal Reserve Bank of St. Louis Review. – 2007. – № 89 (2). – P. 91–122.
48. Sellin P. Monetary Policy and the Stock Market: Theory and Empirical Evidence / P. Sellin // Journal of Economic Surveys. – 2011. – № 15. – P. 491–541.
49. Tchaidze R. Analyzing monetary policy in a real – time setting : A dissertation submitted to Johns Hopkins University in conformity with the requirements for the degree of Doctor of Philosophy / R. Tchaidze. – Baltimore, Maryland, 2002. – 123 p.
50. Fisher S. Rules Versus Discretion In Monetary Policy / S. Fisher // Handbook of Monetary Economics / B. Friedman, F. Hahn. – Amsterdam : North-Holland Publishers, 1990. – P. 1155–1184.
51. Persson T. Political Economics: Explaining Economic Policy / T. Persson, G. Tabellini. – Cambridge, Massachusetts : The MIT Press, 2000. – 541 p.
52. Kydland F. Rules Rather Than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans / F. Kydland, E. Prescott // Journal of Political Economy. – 1977. – № 85 (3). – P. 473–491.
53. Central Bank communication and monetary policy – a survey of theory and evidence / A. Blinder, M. Ehrmann, M. Fratzscher et al. // National Bureau of Economic Research Working Paper Series. – 2008. – Working Paper № 13932. – P. 1–73.
54. Merton R. An Intertemporal Capital Asset Pricing Model / R. Merton // Econometrica. – 1973. – № 41. – P. 867–887.
55. Markowitz H. Portfolio selection / H. Markowitz // Journal of Finance. – 1952. – № 7 (1). – P. 77–91.
56. Fama E. The cross section of expected stock returns / E. Fama, K. French // Journal of Finance. – 1992. – № 47. – P. 427–466.
57. Sims C. Macroeconomics and Reality / C. Sims // Econometrica. – 1980. – № 48 (1). – P. 1–48.
58. Neri S. Monetary Policy and Stock Prices: Theory and Evidence / S. Neri // Banca D'Italia Temi di Discussione. – 2004. – Working Paper № 513. – P. 1–44.

59. Thorbecke W. On stock market returns and monetary policy / W. Thorbecke // *The Journal of Finance*. – 1997. – № 52 (2). – P. 635–654.
60. Bjørnland H. Identifying the interdependence between US monetary policy and the stock market / H. Bjørnland, K. Leitemo // *Journal of Monetary Economics*. – 2009. – № 56. – P. 275–282.
61. Lee B. Causal relations among stock returns, interest rates, real activity, and inflation / B. Lee // *The Journal of Finance*. – 1992. – № 47 (4). – P. 1591–1603.
62. Goodhart C. House Prices, Money, Credit, and the Macroeconomy / C. Goodhart, B. Hofmann // *Oxford Review of Economic Policy*. – 2008. – № 24. – P. 180–205.
63. Assenmacher-Wesche K. Financial Structure and the Impact of Monetary Policy on Asset Prices / K. Assenmacher-Wesche, S. Gerlach. – Center for Financial Studies Working Paper Series. – 2008. – Working Paper № 30. – P. 1–37.
64. Arango L. Returns and Interest Rate: a Nonlinear Relationship in the Bogota Stock Market / L. Arango, A. González, C. Posada // *Banco de la Republica de Colombia*. – 2001. – № 169. – P. 1–15.
65. Алімпієв Є. Моделювання фінансово-монетарної трансмісії в економіці України / Є. Алімпієв // *Економіка і прогнозування*. – 2010. – № 4. – С. 126–140.
66. Лук'яненко І. Моделювання впливу змін монетарних режимів на фінансово-економічний розвиток країн із перехідною економікою / І. Лук'яненко, В. Жук // *Економіка і прогнозування*. – 2011. – № 2. – С. 130–151.
67. Brock W. Asset Prices in a Production Economy / W. Brock // *The Economics of Information and Uncertainty* / J. McCall. – University of Chicago Press, 1982. – P. 1–43.
68. Donaldson J. Comparative dynamics of an equilibrium intertemporal asset pricing mode / J. Donaldson, R. Mehra // *Review of Economic Studies*. – 1984. – № 51 (3). – P. 491–508.
69. Cochrane J. Production – based asset pricing and the link between stock returns and economic fluctuations / H. Cochrane // *Journal of Finance*. – 1991. – № 46. – P. 209–237.
70. Jermann U. Asset Pricing in Production Economies / U. Jermann // *Journal of Monetary Economics*. – 1998. – № 41. – P. 257–275.

71. Christiano L. Stock Market and Investment Good Prices: Implications for Macroeconomics / L. Christiano, J. Fisher // Federal Reserve Bank of Chicago Working Paper Series. – 1998. – Working Paper № 98-6. – P. 1–45.
72. Boldrin M. Habit Persistence, Asset Returns, and the Business Cycle / M. Boldrin, L. Christiano, J. Fisher // The American Economic Review. – 2001. – № 91 (1). – P. 149–166.
73. Rudebusch G. The Bond Premium in a DSGE Model with Long-Run Real and Nominal Risks / G. Rudebusch, E. Swanson // American Economic Journal: Macroeconomics. – 2012. – № 4 (1). – P. 105–143.
74. Smets F. Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach / F. Smets, R. Wouters // American Economic Review. – 2007. – № 97. – P. 586–606.
75. Kass R. Bayes Factors / R. Kass, A. Raftery // Journal of the American Statistical Association. – 1995. – № 90. – P. 773–795.
76. Bask M. The Increased Importance of Asset Price Misalignments for Business Cycle Dynamics / M. Bask, J. Madeira // Uppsala University Working Paper in Economics. – 2011. – Working Paper № 12. – P. 1–32.
77. An economy in transition and DSGE: What the Czech National Bank's new projection model needs / J. Beneš, T. Hledik, M. Kumhof, D. Vavra // Czech National Bank Working Paper Series. – 2005. – Working Paper № 12. – P. 1–42.
78. Вітлінський В. Моделювання економіки : навч. посібник / В. Вітлінський. – К. : КНЕУ, 2003. – 408 с.
79. Баженова Ю. Застосування динамічних стохастичних моделей загальної рівноваги для аналізу макроекономічної політики / Ю. Баженова // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – № 7. – С. 261–266.
80. Bernanke B. The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework / B. Bernanke, M. Gertler, S. Gilchrist // National Bureau of Economic Research Working Paper Series. – 1998. – Working Paper № 6455. – P. 1–75.
81. Gertler M. External Constraints on Monetary Policy and the Financial Accelerator / M. Gertler, S. Gilchrist, F. Natalucci // Journal of Money, Credit and Banking. – 2007. – № 39. – P. 295–330.

82. Kiyotaki N. Credit Cycles / N. Kiyotaki, J. Moore // *Journal of Political Economy*. – 1997. – № 105 (2). – P. 211–248.
83. The Recent Boom – Bust Cycle: The Relative Contribution of Capital Flows, Credit Supply and Asset Bubbles / J. in 't Veld, R. Raciborski, M. Ratto, W. Roeger // *European Economic Review*. – 2011. – № 55 (3). – P. 386–406.
84. Dimova D. The Effect of Macroeconomic Shocks on a Small Open Economy with Financial Accelerator: Lessons for Eastern Europe [Электронный ресурс] / D. Dimova // *Working Paper*. – 2010. – P. 1–66. – Режим доступа: https://editorialexpress.com/cgi-bin/conference/download.cgi?db_name=ACE10&paper_id=18. – Назва з екрана.
85. Lendvai J. External Deficits in the Baltics, 1995–2007: Catching Up or Imbalances? / J. Lendvai, W. Roeger // *European Central Bank Economic Papers*. – 2009. – Working Paper № 398. – P. 1–40.
86. Bernanke B. Monetary policy and asset prices volatility / B. Bernanke, M. Gertler // *Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Review*. – 1999. – № 84. – P. 17–51.
87. Bernanke B. Should Central Banks respond to movements in asset prices? / B. Bernanke, M. Gertler // *American Economic Review*. – 2001. – № 91. – P. 253–257.
88. Asset Prices and Central Bank Policy / S. Cecchetti, H. Genberg, J. Lipsky, S. Wadhwani. – Geneva : International Center for Monetary and Banking Studies, 2000. – 140 p.
89. Cecchetti S. Asset prices in a flexible inflation targeting framework / S. Cecchetti, H. Genberg, S. Wadhwani // *Asset price bubbles: the implications for monetary, regulatory and international policies* / W. Hunter, G. Kaufman, M. Pomerleano. – MIT Press, 2002. – P. 427–444.
90. Cecchetti S. What the FOMC says and does when the stock market booms / S. Cecchetti // *Asset Prices and Monetary Policy: Reserve Bank of Australia Annual Conference Volume* / A. Richards, T. Robinson. – Sydney, 2003. – P. 77–96.
91. Gilchrist S. Monetary policy and asset prices / S. Gilchrist, J. Leahy // *Journal of Monetary Economics*. – 2002. – № 49. – P. 75–97.
92. Faia E. Optimal interest rate rules, asset prices and credit frictions / E. Faia, T. Monacelli // *Journal of Economic Dynamics and Control*. – 2007. – № 31 (10). – P. 3228–3254.

93. Gilchrist S. Expectations, asset prices, and monetary policy: the role of learning / S. Gilchrist, M. Saito // National Bureau of Economic Research Working Paper Series. – 2006. – Working Paper № 12442. – P. 1–73.
94. Pavasuthipaisit R. Monetary policy responses amid credit and asset booms and busts [Електронний ресурс] / R. Pavasuthipaisit // Working Paper. – 2007. – P. 1–29. – Режим доступу: http://mpa.ub.uni-muenchen.de/4491/1/MPRA_paper_4491.pdf. – Назва з екрана.
95. Gwilym R. The Monetary Policy Implications of Behavioral Asset Bubbles / R. Gwilym // Cardiff Economics Working Papers. – 2009. – Working Paper № 17. – P. 1–38.
96. Iacovello M. House Prices, Borrowing Constraints and Monetary Policy in the Business Cycle / M. Iacovello // American Economic Review. – № 95. – P. 739–764.
97. Chen N. Asset Price and Monetary Policy – The Effect of Expectation Formation / N. Chen, H. Cheng // Hong Kong Institute for Monetary Research Working Paper Series. – 2011. – Working Paper № 3. – P. 1–38.
98. Giorgio G. Monetary Policy and Stock Prices in an Open Economy / G. Giorgio, S. Nisticò // Journal of Money, Credit and Banking. – 2007. – № 39 (8). – P. 1947–1985.
99. Merola R. Optimal monetary policy in a small open economy with financial frictions / R. Merola // Deutsche Bundesbank Eurosystem Discussion Paper Series. – 2010. – № 1. – P. 1–61.
100. Viegi N. Economic Policy in Turbulent Times [Електронний ресурс] / N. Viegi, M. Parusel // Trade and Industrial Policy Strategies Small Grant Scheme Research Paper Series. – 2009. – P. 1–28. – Режим доступу: http://www.tips.org.za/files/Perusel_Viegi_TIPS_Discussion_Paper_4.pdf. – Назва з екрана.
101. Семко Р. Б. Основні підходи до моделювання фондового ринку та реального сектора економіки / Р. Б. Семко // Наукові записки НаУКМА. – 2012. – Т. 128 : Економічні науки. – С. 80–85.
102. Semko R. B. Overview of Asset Pricing Modeling within DSGE Framework and New Recent Challenges / R. B. Semko // Теорія та практика розвитку інноваційної економіки : матеріали міжнародної наук.-практ. конф. : у 2 част., 29–30 вересня 2011 р. – Одеса, 2011. – Ч. 1. – С. 68–71.

103. Лук'яненко І. Методологічні підходи до розрахунку фінансових показників оцінки торгівлі для національної економіки / І. Лук'яненко, В. Жук // Наукові праці НДФІ. – 2009. – № 1. – С. 34–41.
104. Lozev I. A small open economy model with financial accelerator for Bulgaria: the role of fiscal policy and the currency board / I. Lozev // Bulgarian National Bank Discussion Papers. – 2010. – Working Paper № 81. – P. 1–29.
105. Lopez M. Financial Accelerator Mechanism in a Small Open Economy [Електронний ресурс] / M. Lopez, J. Prada, N. Rodriguez // Borradores de economía. – 2008. – № 525. – P. 1–31. – Режим доступу: <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra525.pdf>. – Назва з екрана.
106. Schmitt-Grohe S. Stabilization Policy and the Costs of Dollarization / S. Schmitt-Grohe, M. Uribe // Journal of Money, Credit, and Banking. – 2001. – № 33. – P. 482–509.
107. Gorman W. Separable Utility and Aggregation / W. Gorman // Econometrica. – 1959. – № 27. – P. 469–481.
108. Hayashi F. Tobin's marginal Q and average Q: A neoclassical interpretation / F. Hayashi // Econometrica. – 1982. – № 50. – P. 213–224.
109. Greenwood J. Investment, Capacity Utilization, and the Real Business Cycle / J. Greenwood, Z. Hercowitz, G. Huffman // American Economic Review. – 1988. – № 78. – P. 402–417.
110. Dixit A. Monopolistic competition and optimum product diversity / A. Dixit, J. Stiglitz // American Economic Review. – 1977. – № 67. – P. 297–308.
111. Calvo G. Staggered prices in a utility maximizing framework / G. Calvo // Journal of Monetary Economics. – 1983. – № 12. – P. 383–398.
112. Про затвердження Положення про процентну політику Національного банку України : постанова Національного банку України № 389 від 18.08.2004 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1092-04>. – Назва з екрана.
113. Taylor J. Discretion versus policy rules in practice / J. Taylor // Carnegie – Rochester Conference Series on Public Policy. – 1993. – № 39. – P. 195–214.

114. Вітлінський В. Ризикологія в економіці та підприємстві / В. Вітлінський, Г. Великоіваненко. – К. : КНЕУ, 2004. – 480 с.
115. Єлейко В. Зміна пріоритетів банківського ризик-менеджменту в контексті нових стандартів «Базель III» / В. Єлейко, Б. Кишакевич // Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України. Посткризовий розвиток фінансової системи України: проблеми та перспективи (збірник наукових праць) / НАН України, Ін-т регіональних досліджень ; відп. ред. Є. І. Бойко. – Львів, 2011. – Вип. 2/88. – С. 239–245.
116. Townsend R. Optimal contracts and competitive markets with costly state verification / R. Townsend // Journal of Economic Theory. – 1979. – № 21 (2). – P. 265–293.
117. Великоіваненко Г. Концепція моделювання нелінійних економічних процесів в умовах невизначеності / Г. Великоіваненко // Економічна кібернетика. – 2011. – № 1–3. – С. 25–30.
118. Cottrell A. Derivation of the new Keynesian Phillips curve [Електронний ресурс] / A. Cottrell, S. Mazumder // Working Paper. – 2010. – P. 1–7. – Режим доступу: <http://ubuntuone.com/2r22xGtAOjeInvCIjADNFb>. – Назва з екрана.
119. Bernanke B. Inside the black box: the credit channel of monetary policy transmission / B. Bernanke, M. Gertler // Journal of Economic Perspectives. – 1995. – № 9. – P. 27–48.
120. Guerrón-Quintana P. What you match does matter: the effects of data on DSGE estimation / P. Guerrón-Quintana // Journal of Applied Econometrics. – 2010. – № 25. – P. 774–804.
121. Smets F. An Estimated Stochastic Dynamic General Equilibrium Model of the Euro Area / F. Smets, R. Wouters // Journal of the European Economic Association. – 2003. – № 1 (5). – P. 1123–1175.
122. Boivin J. DSGE models in a data-rich environment / J. Boivin, M. Giannoni // National Bureau of Economic Research Technical Working Paper Series. – 2006. – Working Paper № 332. – P. 1–62.
123. Fernández-Villaverde J. The econometrics of DSGE models / J. Fernández-Villaverde // SERIEs. – 2010. – № 1. – P. 3–49.
124. Pichler P. State Space Models and the Kalman Filter / P. Pichler. – Vektorautoregressive Methoden Seminar, 2007. – P. 1–7.
125. Kalman R. A new approach to linear filtering and prediction problems / R. Kalman // Journal of Basic Engineering. – 1960. – № 82. – P. 34–45.

126. Kalman R. New Results in Linear Filtering and Prediction Theory / R. Kalman, R. Bucy // Journal of Basic Engineering. – 1961. – № 83. – P. 95–108.
127. An S. Bayesian Analysis of DSGE Models / S. An, F. Schorfheide // Econometric Reviews. – 2007. – № 26. – P. 113–172.
128. Kydland F. Time to build and aggregate fluctuations / F. Kydland, E. Prescott // Econometrica. – 1982. – № 50. – P. 1345–1370.
129. Christiano L. Liquidity Effects and the Monetary Transmission Mechanism / L. Christiano, M. Eichenbaum // American Economic Review. – 1992. – № 82 (2). – P. 346–353.
130. Rotemberg J. An optimization-based econometric framework for the evaluation of monetary policy / J. Rotemberg, M. Woodford // NBER Macroeconomics Annual / B. Bernanke, J. Rotemberg. – MIT Press, 1997. – P. 297–361.
131. Kim J. Constructing and estimating a realistic optimizing model of monetary policy / J. Kim // Journal of Monetary Economics. – 2000. – № 45. – P. 329–359.
132. Peiris S. An estimated DSGE model for monetary policy analysis in low-income countries / S. Peiris, M. Saxegaard // International Monetary Fund Working Papers. – 2007. – Working Paper № 07/282. – P. 1–33.
133. Welfare-based monetary policy rules is an estimated DSGE model of the US economy / M. Juillard, P. Karam, D. Laxton, P. Pesenti // European Central Bank Working Paper Series. – 2006. – Working Paper № 613. – P. 1–63.
134. Tovar C. DSGE models and central banks / C. Tovar // Kiel Institute for the World Economy. – 2009. – № 3 (16). – P. 1–31.
135. Koop G. Bayesian Econometrics / G. Koop. – John Wiley & Sons, Ltd., 2003. – 359 p.
136. Chib S. Understanding the Metropolis-Hastings algorithm / S. Chib, E. Greenberg // The American Statistician. – 2005. – № 49. – P. 327–335.
137. Chib S. MCMC Methods for Bayesian Estimation of DSGE Models [Электронный ресурс] / S. Chib, S. Ramamurthy // Working Paper. – 2008. – P. 1–37. – Режим доступа: <http://economics.ucr.edu/seminars/fall108/econometrics/ChibRamamurthySep2008.pdf>. – Назва з екрана.

138. Fukac M. Issues in Adopting DSGE Models for Use is the Policy Process / M. Fukac, A. Pagan // Czeck National Bank Working Paper Series. – 2006. – Working Paper № 6. – P. 1–37.
139. Lucas R. Econometric policy evaluation: A critique / R. Lucas // Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy. – 1976. – № 1. – P. 19–46.
140. Impulse response analysis in nonlinear multivariate models / G. Koop, M. Hashem, K. Pesaran, M. Simon // Journal of Econometrics. – 1996. – № 74 (1). – P. 119–147.
141. Semko R. B. Bayesian estimation of small-scale DSGE model of the Ukrainian economy / R. B. Semko // Наукові записки НаУКМА. – 2011. – Т. 120 : Економічні науки. – С. 78–84.
142. Semko R. B. Estimation of Dynamic Stochastic General Equilibrium Models Based on Bayesian Econometrics / R. B. Semko // Проблеми розвитку фінансової системи України в умовах глобалізації : збірник праць XIII Міжнародної наук.-практ. конф. аспірантів і студентів, 23–26 березня 2011 р. – Сімферополь, 2011. – С. 165–166.
143. Semko R. B. DSGE Macromodel Estimated with Bayesian Econometrics for the Analysis of Monetary Policy in Ukraine / R. B. Semko // Формування та розвиток макроекономічних систем в аспекті економічного розвитку України у XXI столітті : матеріали міжнародної наук.-практ. конф., 16–17 вересня 2011 р. – К., 2011. – С. 102–105.
144. Лук'яненко І. Г. Концепція кредитного нормування для побудови моделі «фінансового прискорювача» / І. Г. Лук'яненко, Р. Б. Семко // Трансформаційні процеси в економіці держави та регіонів : матеріали VI Міжнародної наук.-практ. конф., 20–21 жовтня 2011 р. – Запоріжжя, 2011. – С. 91–92.
145. Семко Р. Б. Оптимізація споживання в моделі ДСЗР для малої відкритої економіки / Р. Б. Семко // Економіко-соціальні аспекти реформування та розвитку України : матеріали міжнародної наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених : у 2 част., з 30 вересня по 1 жовтня 2011 р. – К., 2011. – Ч. 1. – С. 22–25.
146. Семко Р. Б. Формування монетарних правил для аналізу реагування на зміни на фондовому ринку / Р. Б. Семко // Соціально-економічний розвиток України і регіонів : тези доповідей

- II Міжнародної наук.-практ. конф., 20–21 жовтня 2011 р. – Запоріжжя, 2011. – С. 123–125.
147. Статистичний щорічник України за 2011 р. – К., 2012. – 559 с.
148. Izyumov A. Old Capital vs. New Investment in Post-Soviet Economies: Conceptual Issues and Estimates / A. Izyumov, J. Vahaly // *Comparative Economic Studies*. – 2008. – № 50. – P. 79–110.
149. Vincelette G. Growth Accounting [Електронний ресурс] / G. Vincelette, F. Koehler. – Ukraine: Productivity and Investment Efficiency Presentation Materials, 2009. – P. 1–15. – Режим доступу: http://siteresources.worldbank.org/INTDEBTDEPT/Resources/468980-1170954447788/3430000-1251993008368/UK20090827_01.pdf. – Назва з екрана.
150. Gollin D. Getting Income Shares Right / D. Gollin // *The Journal of Political Economy*. – 2002. – № 110 (2). – P. 458–474.
151. Заболотский С. Организация сетевого маркетинга в системе рынка потребительских товаров : автореф. дис. ... канд. экон. наук : спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (маркетинг)» / С. Заболотский. – Киров, 2005. – 25 с.
152. Правила розрахунку індексу ПФТС : затверджено рішенням Ради ПФТС від 02.09.2011 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.pfts.com/uk/disc/?get_file=1161. – Назва з екрана.
153. Положення про індексний комітет ПФТС : затверджено рішенням Ради ПФТС від 01.07.2005 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.pfts.com.ua/uk/dc-decree/?get_file=117. – Назва з екрана.
154. Інвестиції зовнішньоекономічної діяльності : статистичний збірник. – К., 2013. – 65 с.
155. Про затвердження Методики розрахунку рівня економічної безпеки України : наказ Міністерства економіки України № 60 від 02.03.2007 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.me.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=98200&cat_id=32854. – Назва з екрана.
156. Хомишин Н. І. Тенденції у структурі попиту та імпорту України / Н. І. Хомишин, Ю. І. Біленко // *Науковий вісник НЛТУ України* : зб. наук.-техн. пр. – 2010. – С. 252–256.
157. Єлейко В. Економетричний аналіз та прогнозування обсягів фінансування вітчизняної економіки / В. Єлейко, Ю. Шушкова //

- Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. пр. – 2012. – Вип. 22.11. – С. 196–202.
158. Економетричний аналіз динаміки зовнішньої торгівлі України з країнами СНД / В. І. Єлейко, Р. Д. Боднар, М. Я. Демчишин та ін. // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. – Серія «Економічні науки». – 2012. – Т. 14, № 4 (54). – С. 157–160.
159. Лук'яненко І. Г. Монетарна політика та флуктуації на фондовому ринку України / І. Г. Лук'яненко, Р. Б. Семко // Економіка і прогнозування. – 2012. – № 4. – С. 110–122.
160. Лук'яненко І. Г. Особливості побудови динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для аналізу економіки України / І. Г. Лук'яненко, Р. Б. Семко // Економічна кібернетика : міжнародний науковий журнал. – Донецьк : ДонНУ, 2010. – № 4–6 (64–66). – С. 48–59.
161. Лук'яненко І. Г. Прогнозування наслідків економічної політики за допомогою моделі загальної рівноваги / І. Г. Лук'яненко, Р. Б. Семко // Актуальні проблеми економіки. – 2012. – № 1. – С. 303–319.
162. Semko R. Optimal Economic Policy and Oil Prices Shocks in Russia / R. Semko // Indexed in Journal Impact Factor Thomson Reuters: Ekonomska Istrazivanja. – Economic Research. – 2013. – Vol. 26, № 2. – P. 69–82.

ДОДАТКИ

Додаток А

Детальне виведення кривої Філіпса

Лінеаризуючи (2.34), отримаємо:

$$p_t^H = \theta p_{t-1}^H + (1-\theta) p_t^{H\,opt}. \quad (\text{A.1})$$

Позначимо $V_{t+k} = \frac{1}{C_{t+k}} P_{t+k}^H \epsilon Y_{t+k}^f$. Лінеаризуючи (2.33), з використанням наслідку рівняння (2.33) у стаціонарному стані $P^{H\,opt} = \frac{\epsilon}{\epsilon-1} P^w$ та правила суми нескінченної спадної геометричної прогресії, отримаємо:

$$\begin{aligned} p_t^{H\,opt} &= \frac{\epsilon}{\epsilon-1} \frac{P^w}{P^{H\,opt}} \sum_{k=0}^{\infty} E_{t-1} p_{t+k}^w \frac{\theta^k \beta^k V}{\sum_{k=0}^{\infty} \theta^k \beta^k V} + \\ &+ \frac{\epsilon}{\epsilon-1} \frac{V}{P^{H\,opt}} \sum_{k=0}^{\infty} E_{t-1} v_{t+k} \frac{\theta^k \beta^k P^w \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k \beta^k V - \theta^k \beta^k \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k \beta^k V P^w}{\left(\sum_{k=0}^{\infty} \theta^k \beta^k V \right)^2} = \\ &= (1-\theta\beta) \sum_{k=0}^{\infty} E_{t-1} \theta^k \beta^k p_{t+k}^w. \end{aligned} \quad (\text{A.2})$$

Позначимо $\pi_t^H = p_t^H - p_{t-1}^H$ як логарифм ділення рівня цін за період t на рівень цін за період $t-1$. Проітеруємо (A.2) вперед (тобто запишемо рівняння (A.2) для періоду $t+1$), візьмемо матсподівання та, використовуючи закон ітерованих матсподівань, отримаємо:

$$E_t p_{t+1}^{H\,opt} = (1-\theta\beta) \sum_{k=0}^{\infty} E_t \theta^k \beta^k p_{t+1+k}^w. \quad (\text{A.3})$$

На основі (A.2) та (A.3) отримаємо:

$$p_t^{H opt} = (1 - \theta\beta) p_t^w + \theta\beta E_t p_{t+1}^{H opt}. \quad (A.4)$$

Використовуючи (A.1):

$$p_t^{H opt} = \frac{1}{1 - \theta} (p_t^H - \theta p_{t-1}^H). \quad (A.5)$$

Проітеруємо (A.5) вперед та знайдемо матсподівання:

$$E_t p_{t+1}^{H opt} = \frac{1}{1 - \theta} E_t (p_{t+1}^H - \theta p_t^H). \quad (A.6)$$

Підставимо (A.5) та (A.6) у (A.4) та, спростивши, одержимо:

$$p_t^H - \theta p_{t-1}^H = (1 - \theta)(1 - \theta\beta) p_t^w + \theta\beta E_t (p_{t+1}^H - \theta p_t^H). \quad (A.7)$$

До обох сторін (A.7) додамо θp_t^H та віднімемо p_t^H , використовуючи визначення інфляції, відповідно, після перетворень отримаємо:

$$\theta \pi_t^H = (1 - \theta)(1 - \theta\beta) p_t^w + \theta\beta E_t \pi_{t+1}^H - (1 - \theta)(1 - \theta\beta) p_t^H. \quad (A.8)$$

На основі (A.8):

$$\pi_t^H = \frac{(1 - \theta)(1 - \theta\beta)}{\theta} (p_t^w - p_t^H) + \beta E_t \pi_{t+1}^H. \quad (A.9)$$

Пам'ятаючи, що $P_t^w = \frac{P_t^H}{X_t} \rightarrow p_t^w = p_t^H - x_t$, на основі (A.9) отримаємо:

$$\pi_t^H = \frac{(1 - \theta)(1 - \theta\beta)}{\theta} (-x_t) + \beta E_t \pi_{t+1}^H, \quad (A.10)$$

що і треба було довести.

Якщо припустити, що все-таки фірми, які не можуть встановити оптимальну ціну, мають можливість провести індексацію цін, а не просто вибрати ціну минулого періоду, то встановлена ціна

матиме такий вигляд: $P_{t+1}^H = P_t^H \left(1 + \frac{P_t^H}{P_{t-1}^H} \right)^{\gamma_p} (1 + \pi)^{1 - \gamma_p}$, де π – середній

рівень споживчих цін, γ_p – це параметр, який вказує на ступінь

індексації (якщо він дорівнює одиниці, то проводиться повна індексація, якщо нулю, то вона відсутня). Аналогічно до формули (2.34) можна показати, що

$$P_t^H = \left(\theta \left(P_{t-1}^H \left(1 + \frac{P_{t-1}^H}{P_{t-2}^H} \right)^{\gamma_P} (1 + \pi)^{1-\gamma_P} \right)^{(1-\epsilon)} + (1-\theta) (P_t^{Hopt})^{(1-\epsilon)} \right)^{\frac{1}{1-\epsilon}}. \quad (\text{A.11})$$

Далі, використовуючи описаний вище алгоритм, легко вивести гібридну криву Філіпса, яка на рівні зі стандартною кривою (A.10) може використовуватися в моделі:

$$\pi_t^H = \frac{(1-\theta)(1-\theta\beta)}{\theta(1+\beta\gamma_P)}(-x_t) + \frac{\beta}{1+\beta\gamma_P} E_t \pi_{t+1}^H + \frac{\gamma_P}{1+\beta\gamma_P} E_t \pi_{t-1}^H. \quad (\text{A.12})$$

Рівняння (A.10) є частковим випадком рівняння (A.12) при $\gamma_P = 0$.

Додаток Б

Апріорні розподіли параметрів динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для економіки України

Апріорні розподіли параметрів динамічної

Параметр	Назва параметра	Область визначення
1	2	3
ϕ	Еластичність ціни капіталу по відношенню інвестицій до капіталу	$[0, \infty)$
θ	Імовірність незміни цін фірмами	$[0, 1]$
α	Еластичність капіталу у виробничій функції	$[0, 1]$
γ_R	Реакція НБУ на минулу ставку рефінансування	R
γ_{π}	Реакція НБУ на інфляцію	R
γ_y	Реакція НБУ на ВВП	R
γ_{mu}	Реакція НБУ на ріст грошової маси	R
γ_s	Реакція НБУ на валютний курс	R
ρ_a	Реакція НБУ на фондовий індекс	R
ρ_a	Авторегресійний параметр: технологія	$[0, 1]$
ρ_{pref}	Авторегресійний параметр: шок уподобань домогосподарства	$[0, 1]$
ρ_{md}	Авторегресійний параметр: шок попиту на гроші	$[0, 1]$
ρ_{x^I}	Авторегресійний параметр: інвестиційний шок	$[0, 1]$
ρ_{y^*}	Авторегресійний параметр: ВВП решти світу	$[0, 1]$
$\rho_{p^{F^*}}$	Авторегресійний параметр: інфляція решти світу	$[0, 1]$
ρ_{T^*}	Авторегресійний параметр: міжнародні трансфери	$[0, 1]$
σ_a	Стандартне відхилення: технологія	$[0, \infty)$
σ_{pref}	Стандартне відхилення: шок уподобань домогосподарства	$[0, \infty)$
σ_{md}	Стандартне відхилення: шок попиту на гроші	$[0, \infty)$
σ_{x^I}	Стандартне відхилення: інвестиційний шок	$[0, \infty)$
σ_{y^*}	Стандартне відхилення: ВВП решти світу	$[0, \infty)$
$\sigma_{p^{F^*}}$	Стандартне відхилення: інфляція решти світу	$[0, \infty)$
σ_{T^*}	Стандартне відхилення: міжнародні трансфери	$[0, \infty)$
σ_{ψ}	Стандартне відхилення: міжнародна премія за ризик	$[0, \infty)$
σ_r^*	Стандартне відхилення: відсоткова ставка решти світу	$[0, \infty)$

Примітка. Мода та ступені свободи вказано для оберненого гамма-розподілу,
Джерело: розраховано авторами

стохастичної моделі загальної рівноваги

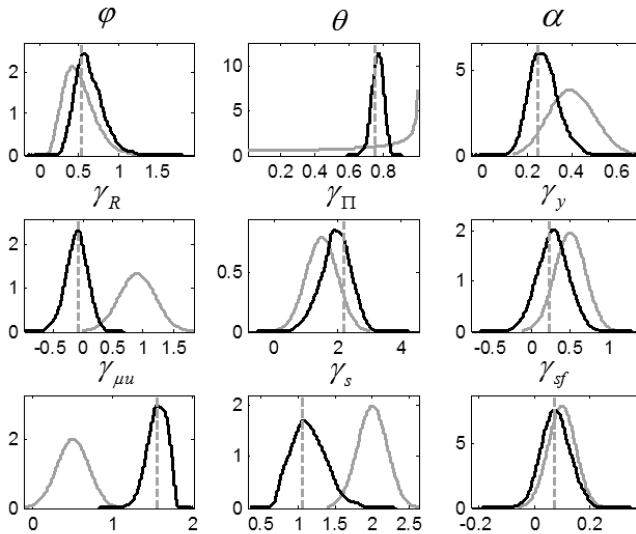
Таблиця Б.1

Тип розподілу	Середнє / Мода / А	Стандартне відхилення / Ступені свободи / В	Межі 90 % довірчого інтервалу	
			Нижня	Верхня
4	5	6	7	8
Гамма	0,5	0,2	0,0079	1,3528
Бета	0,67	0,3	0,0481	0,9999
Бета	0,4	0,1	0,0272	0,9999
Нормальний	0,9	0,3	0,4065	1,3935
Нормальний	1,5	0,5	0,6776	2,3224
Нормальний	0,5	0,2	0,1710	0,8290
Нормальний	0,5	0,2	0,1710	0,8290
Нормальний	2,0	0,2	1,6710	2,3290
Нормальний	0,1	0,2	-0,2290	0,4290
Бета	0,5	0,25	0,0170	1,0000
Бета	0,5	0,25	0,0170	1,0000
Бета	0,5	0,25	0,0170	1,0000
Бета	0,5	0,25	0,0170	1,0000
Бета	0,5	0,25	0,0170	1,0000
Бета	0,5	0,25	0,0170	1,0000
Бета	0,5	0,25	0,0170	1,0000
Обернений гамма	0,6	∞	0	∞
Обернений гамма	0,6	∞	0	∞
Обернений гамма	0,6	∞	0	∞
Обернений гамма	0,6	∞	0	∞
Обернений гамма	0,6	∞	0	∞
Обернений гамма	0,6	∞	0	∞
Обернений гамма	0,6	∞	0	∞
Обернений гамма	0,6	∞	0	∞
Обернений гамма	0,6	∞	0	∞

параметри А та В – для гамма-розподілу.

Додаток В

Постеріорні розподіли параметрів динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для економіки України



Умовні позначення: апіорні (сіра лінія), постеріорні (чорна лінія) розподіли та мода постеріора (штрихпунктирна лінія).

Рис. В.1. Економічні параметри та параметри монетарного правила
Джерело: оцінено авторами на основі розробленої моделі

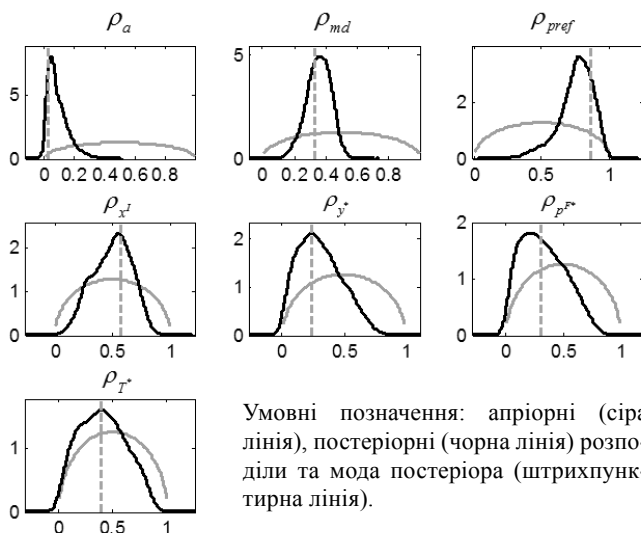
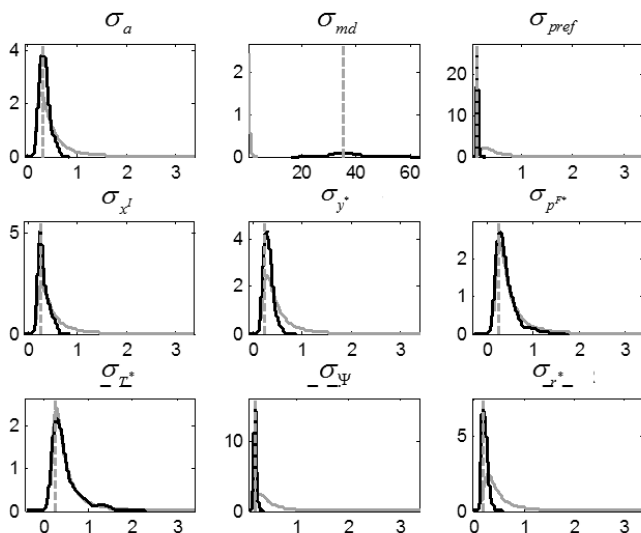


Рис. В.2. Авторегресійні параметри при лагових змінних
Джерело: оцінено авторами на основі розробленої моделі

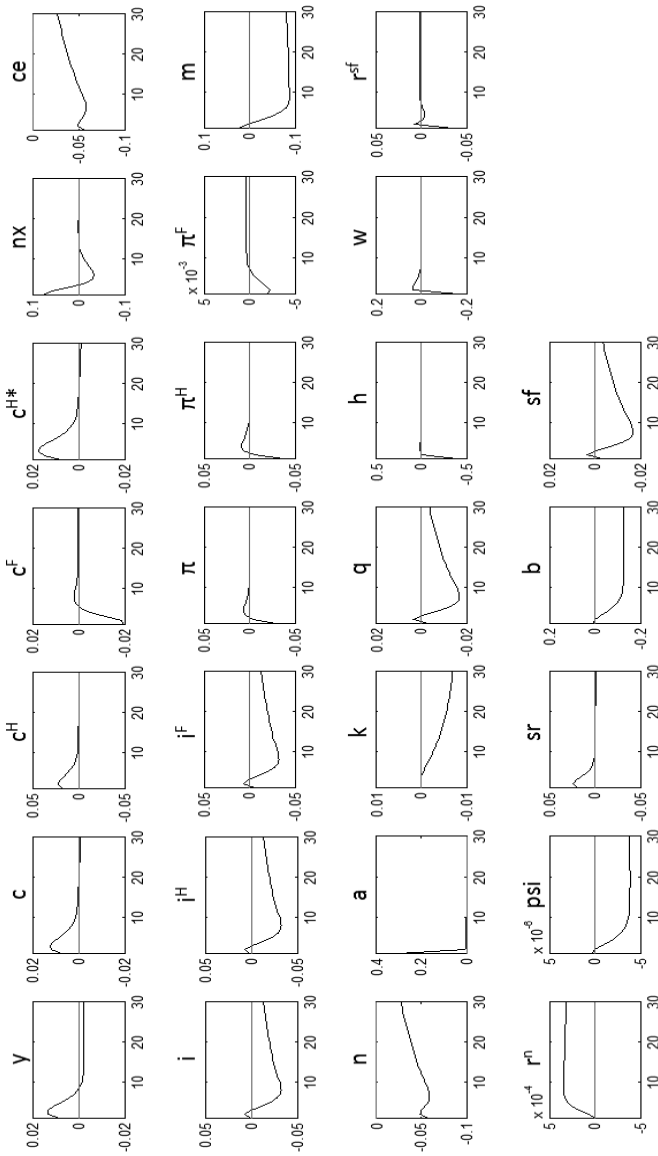


Умовні позначення: апіорні (сіра лінія), постеріорні (чорна лінія) розподіли та мода постеріора (штрихпунктирна лінія).

Рис. В.3. Дисперсії залишків авторегресійних процесів
Джерело: оцінено авторами на основі розробленої моделі

Додаток Д

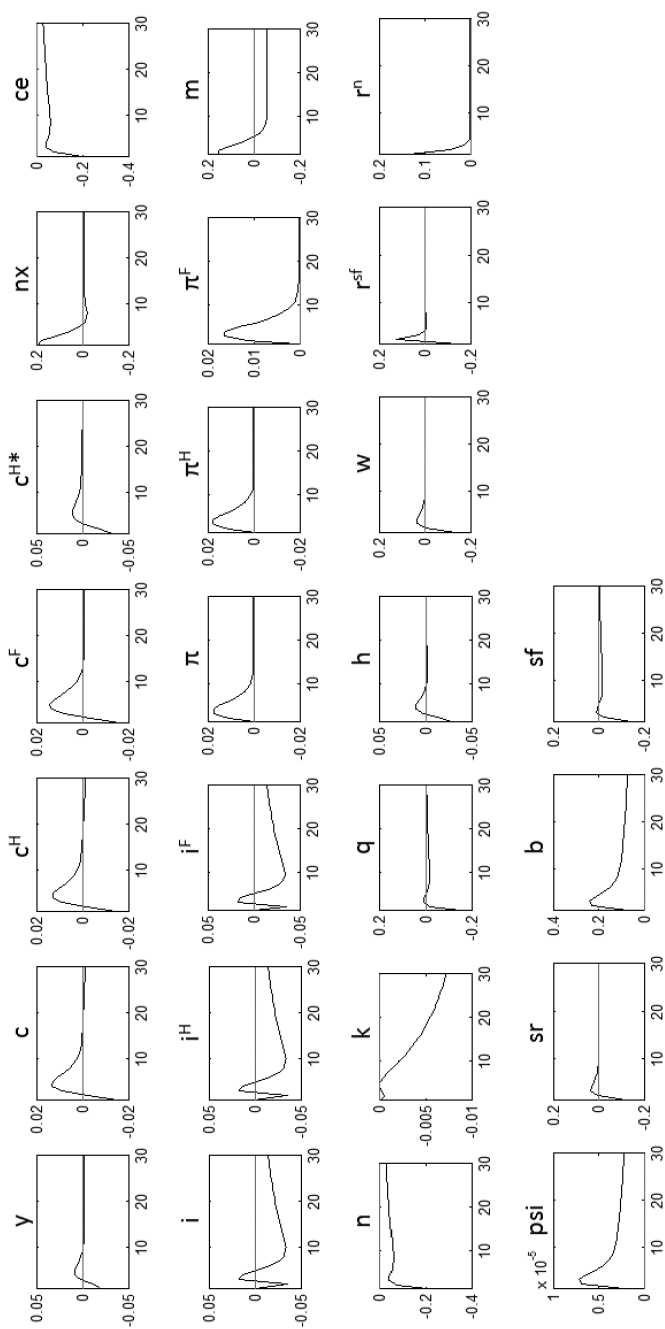
Функції відгуку макроекономічних змінних на різні типи шоків



Умовні позначення: по горизонталі – квартали, по вертикалі – зміна величини.

Рис. Д.1.1. Реакція економічних показників на дію технологічного шоку

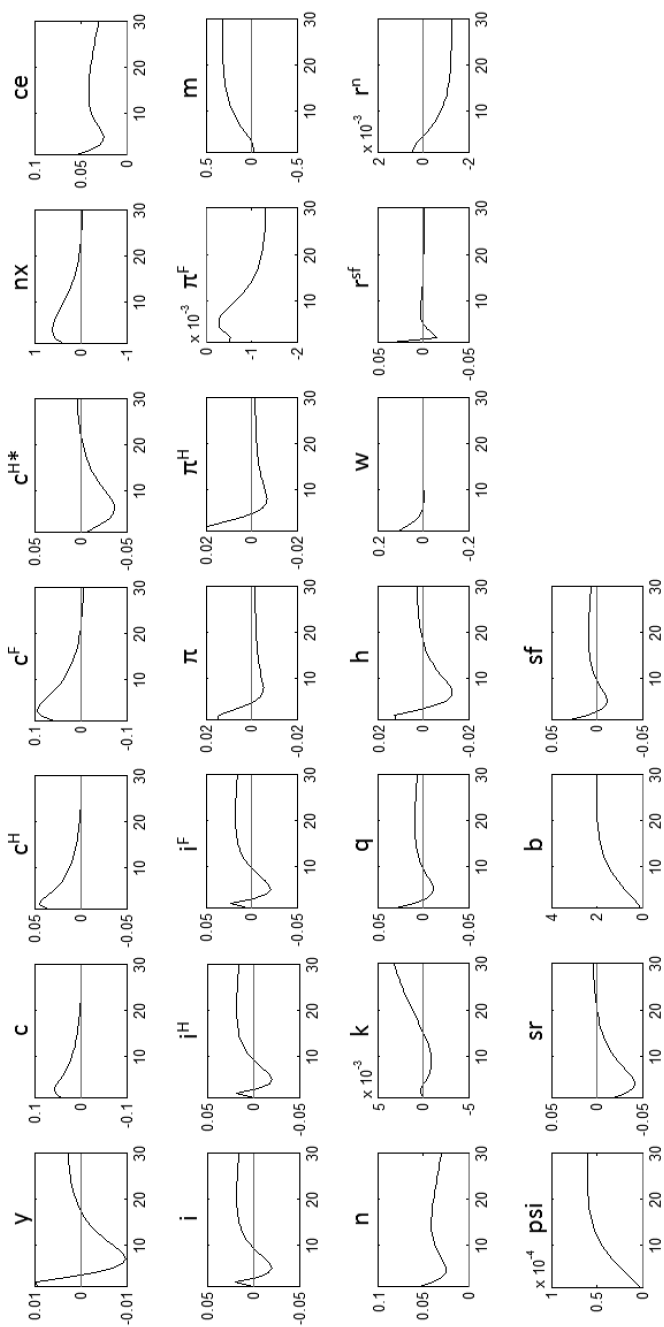
Джерело: побудовано авторами на основі розробленої моделі



Умовні позначення: по горизонталі – квартали, по вертикалі – зміна величини.

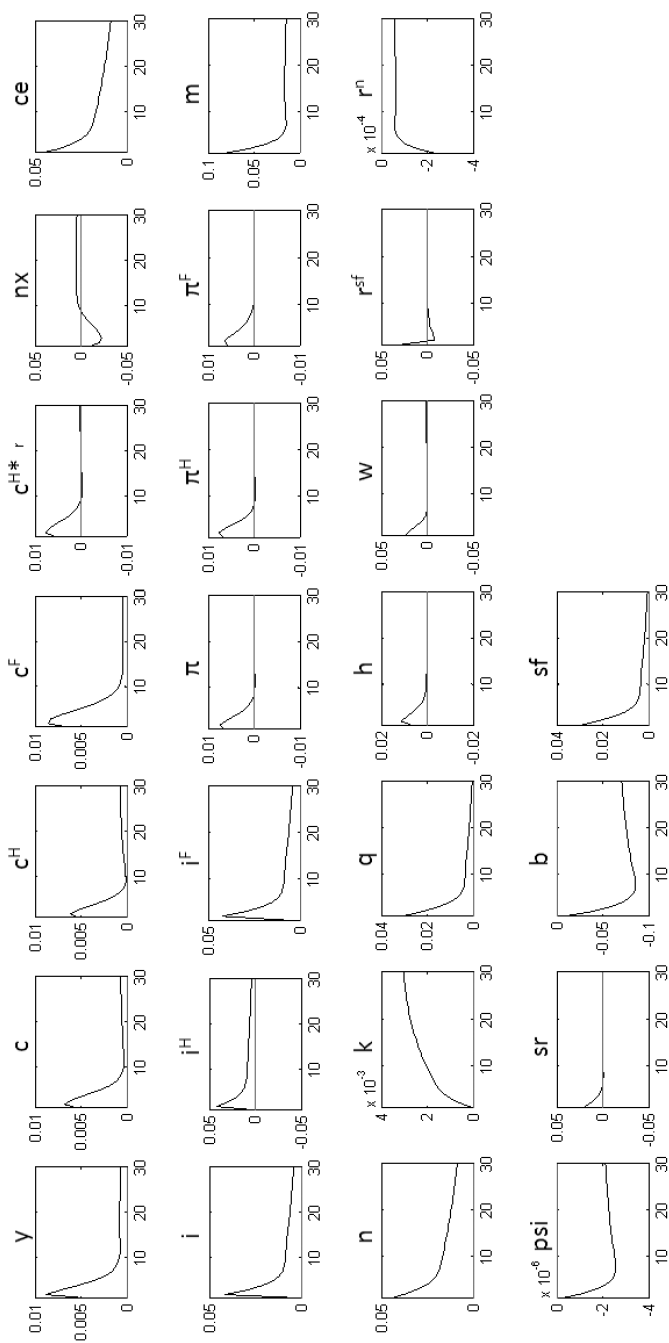
Рис. Д.2. Реакція економічних показників на дію шоку попиту на гроші

Джерело: побудовано авторами на основі розробленої моделі



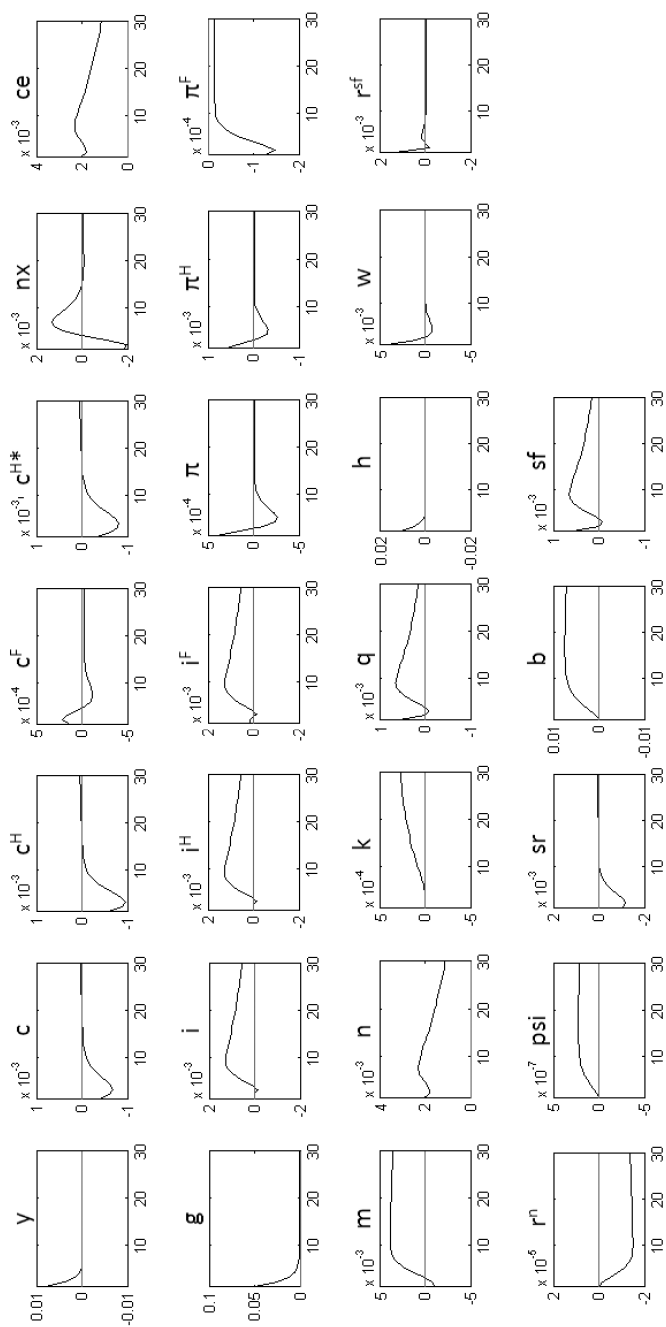
Умовні позначення: по горизонталі – квартали, по вертикалі – зміна величини.

Рис. Д.3. Реакція економічних показників на дію шоку міжчасових уподобань домогосподарств
Джерело: побудовано авторами на основі розробленої моделі



Умовні позначення: по горизонталі – квартали, по вертикалі – зміна величини.

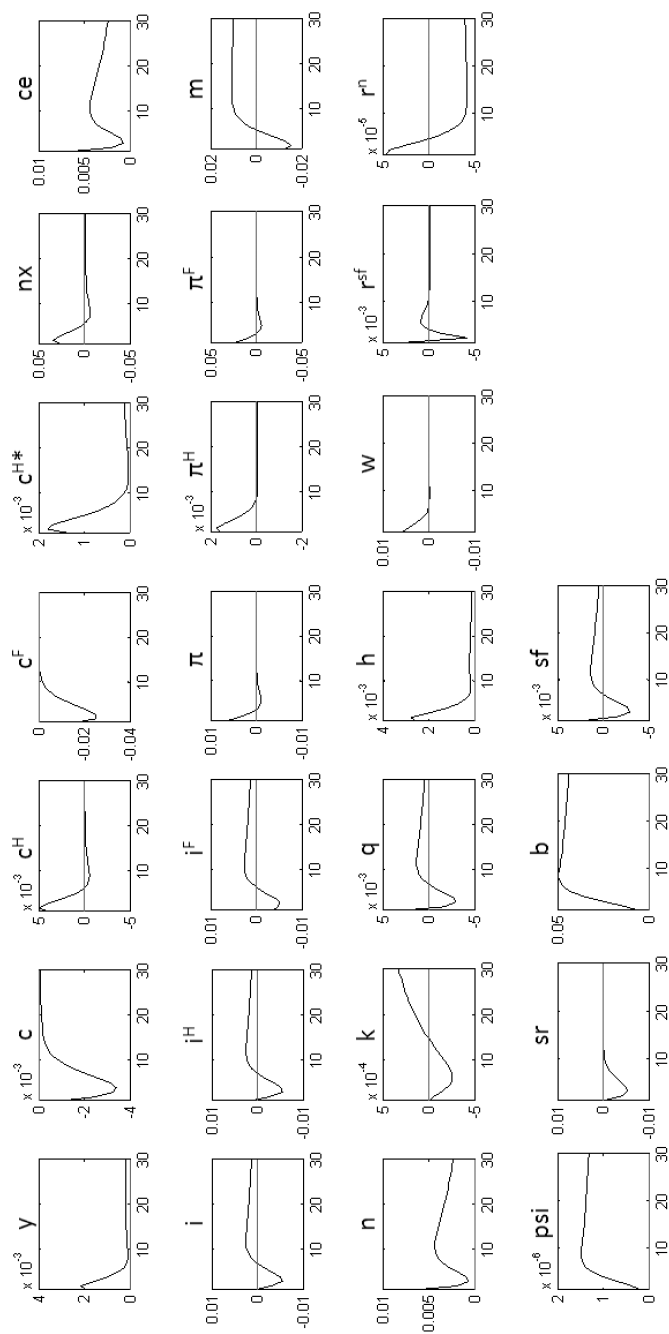
Рис. Д.4. Реакція економічних показників на дію монетарного шоку
Джерело: побудовано авторами на основі розробленої моделі



Умовні позначення: по горизонталі – квартали, по вертикалі – зміна величини.

Рис. Д.5. Реакція економічних показників на дію шоку росту урядових видатків

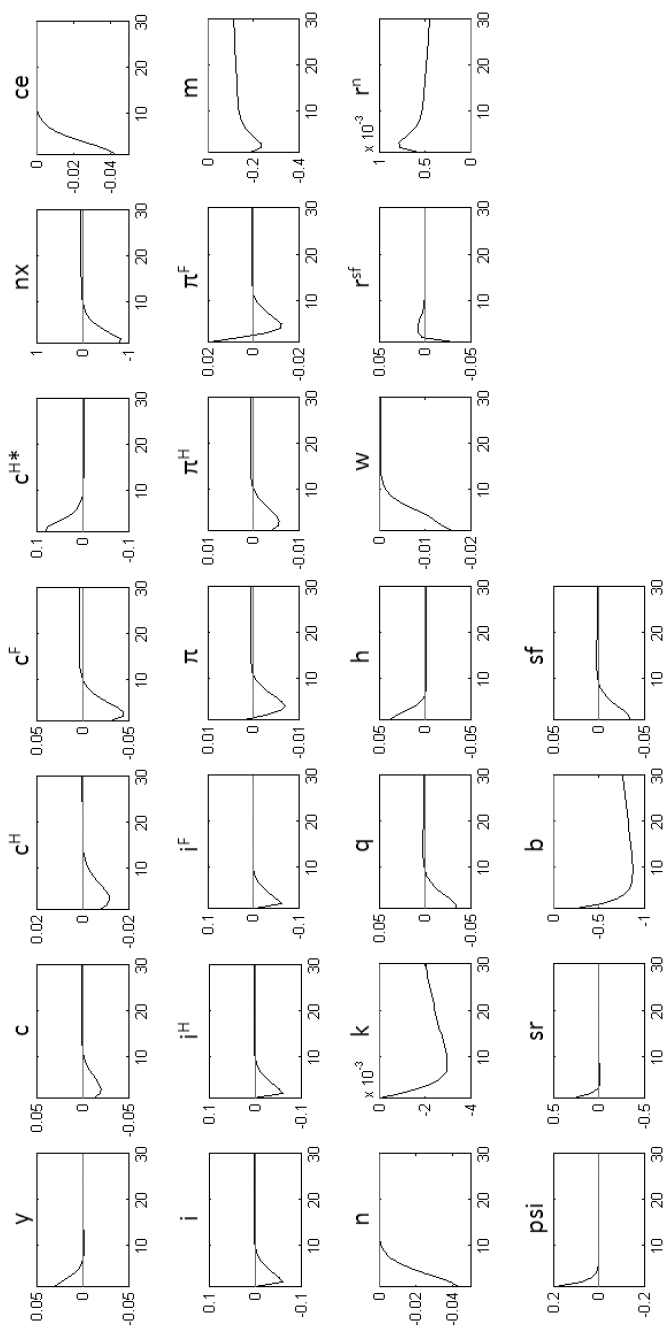
Джерело: побудовано авторами на основі розробленої моделі



Умовні позначення: по горизонталі – квартали, по вертикалі – зміна величини.

Рис. Д.6. Реакція економічних показників на дію зовнішнього цінного шоку

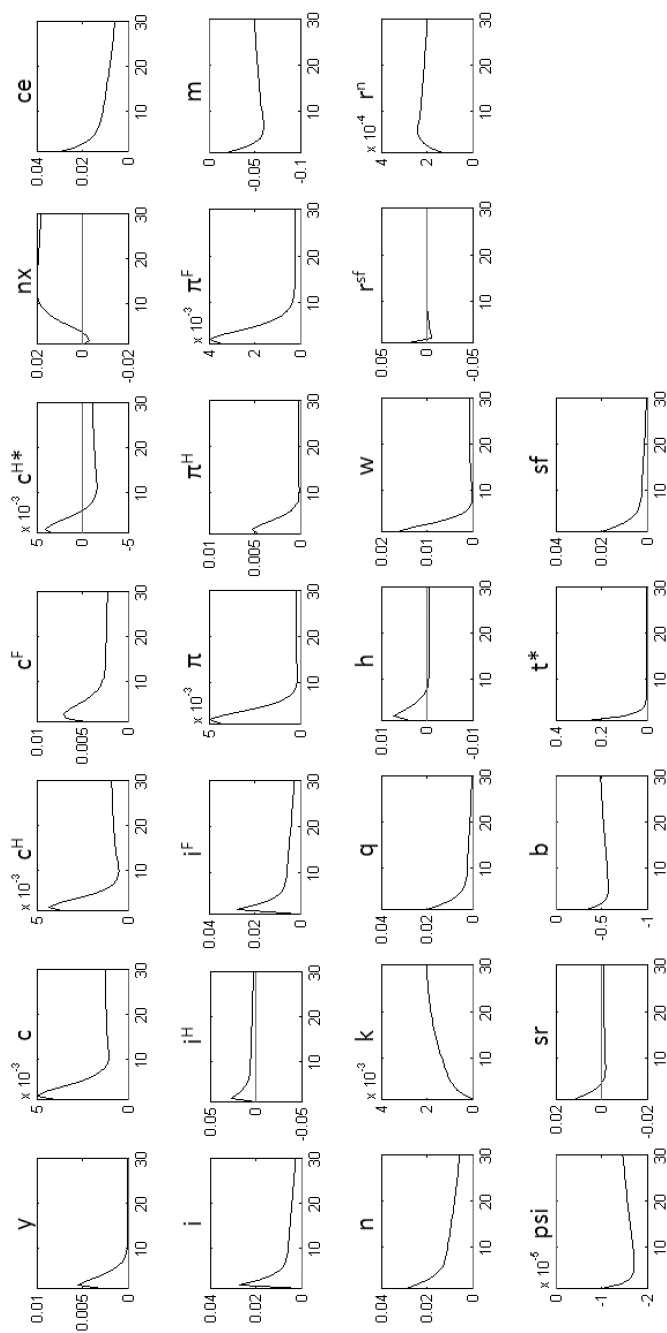
Джерело: побудовано авторами на основі розробленої моделі



Умовні позначення: по горизонталі – квартали, по вертикалі – зміна величини.

Рис. Д.7. Реакція економічних показників на дію шоку міжнародної премії за ризик

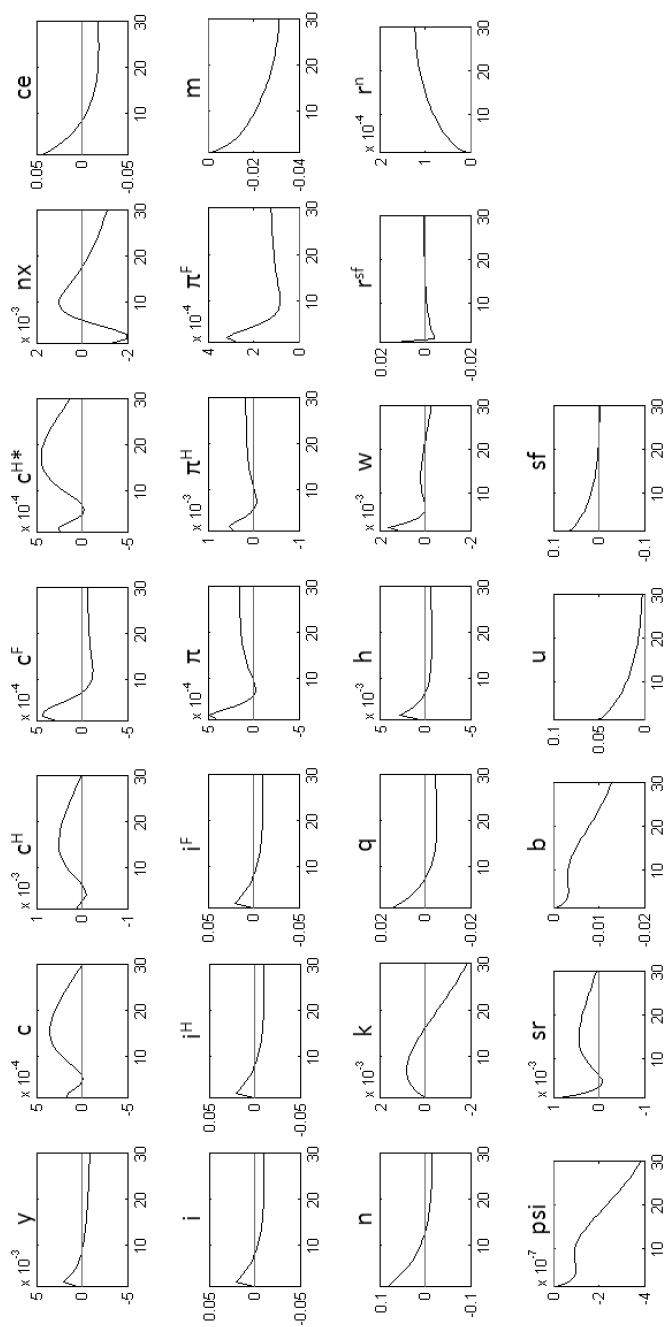
Джерело: побудовано авторами на основі розробленої моделі



Умовні позначення: по горизонталі – квартали, по вертикалі – зміна величини.

Рис. Д.8. Реакція економічних показників на дію шоку міжнародних переказів

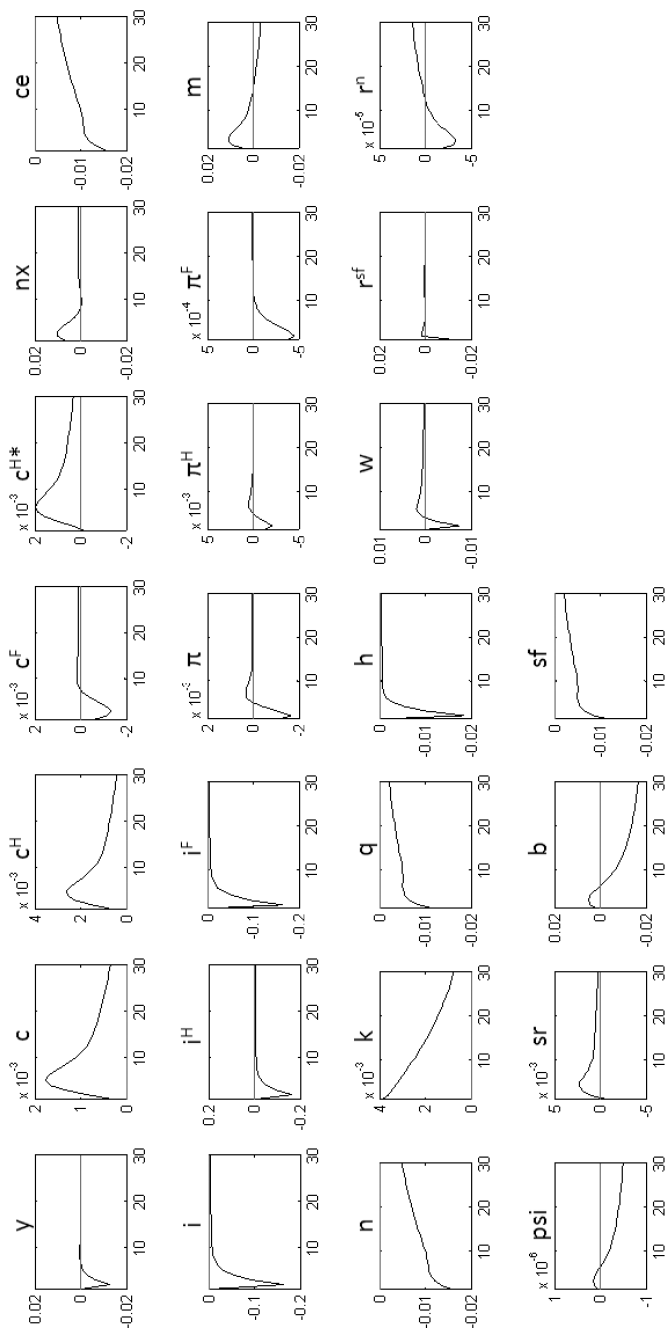
Джерело: побудовано авторами на основі розробленої моделі



Умовні позначення: по горизонталі – квартали, по вертикалі – зміна величини.

Рис. Д.9. Реакція економічних показників на дію шоку фондового ринку

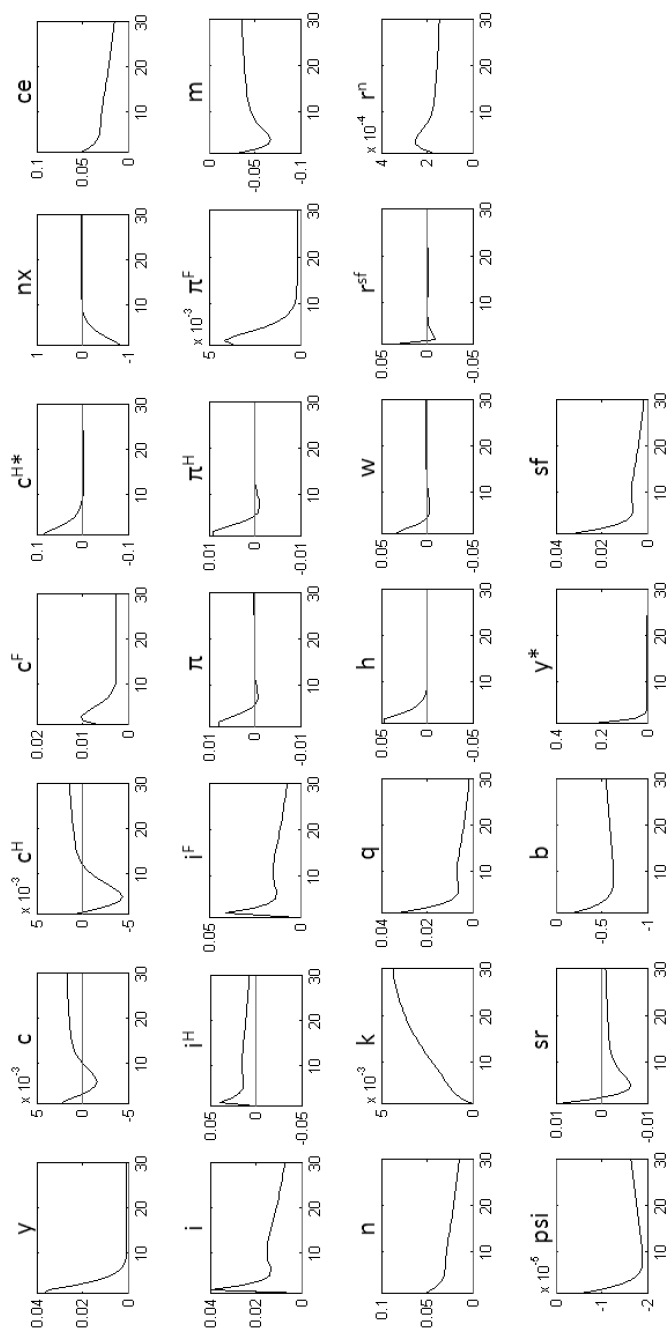
Джерело: побудовано авторами на основі розробленої моделі



Умовні позначення: по горизонталі – квартали, по вертикалі – зміна величини.

Рис. Д.10. Реакція економічних показників на дію інвестиційного шоку

Джерело: побудовано авторами на основі розробленої моделі



Умовні позначення: по горизонталі – квартали, по вертикалі – зміна величини.

Рис. Д.11. Реакція економічних показників на дію зовнішнього шоку ВВП

Джерело: побудовано авторами на основі розробленої моделі

Позначення змінних на рис. Д.1–Д.11:

лог-лінеаризовані змінні:

y – реальний ВВП;

c – споживання домогосподарств;

c^H – споживання домогосподарствами вітчизняних товарів;

c^F – споживання домогосподарствами іноземних товарів;

c^{H*} – експорт;

nx – різниця між імпортом та експортом;

ce – споживання підприємців;

i – сукупні інвестиції;

i^H – вітчизняні інвестиції;

i^F – закордонні інвестиції;

π , π^H та π^F – сукупний, вітчизняний та іноземний рівні інфляції;

m – грошові залишки;

n – розмір чистих активів;

a – продуктивність праці (технологія);

k – розмір капіталу;

q – фундаментальна ціна акцій;

h – зайнятість;

w – рівень зарплат;

r^{sf} – дохідність, розрахована на основі спекулятивної ціни на акції;

r^n – номінальна відсоткова ставка;

psi – премія за ризик;

sr – валютний курс;

b – зовнішня заборгованість;

g – урядові видатки;

sf – ціна акцій (спекулятивна) на ринку;

t^* – трансфери із-за кордону;

u – різниця між спекулятивною та фундаментальною цінами;

y^* – ВВП решти світу.

Додаток Е

Програмний код у пакеті Dynare/Matlab для оцінки моделі ДСЗР та визначення оптимального монетарного правила

На першому етапі проводиться оголошення змінних, параметрів та шоків:

```
var dev c bn lam b m e R h w k A in mc_h rk mu pi eR f q x n x_h y_h y
c_h x_fopt tr imp_f c_h_star x_h_star c_f x_f s_p ap_f ap_h x_hopt nx
pi_h pi_f mc_f p_f_star premf epremf R_star y_star u ina inv_h inv_f
pi_i ce gov sf;
```

```
varexo e_e e_b e_A e_eR e_x e_pfstar e_premf e_ystar e_tr e_u e_gov;
```

```
parameters v nu ass delt eta thet bss bnss piss beta rss rns fss rks noverk
xiss q1 q2 q3 q4 q5 s_p_ss hss trss yss css lamss x_f_ss c_f_ss x_h_ss
c_h_star_ss c_h_ss omega nxss mss kss iss nss gam alpha rho pi rho mu
rho y phi chi psi rho e rho b rho a rho x rho eR rho ystar rho pfstar rho premf
rho Rstar xi tau gamph gampf rho tr aaa bx xi_i rho_inv cess b_habit
mu_n v_n x_n chi_n rho r rho s rho gov govss rho u rho sf;
```

Далі визначаємо значення параметрів, значення змінних у стаціонарному стані і зв'язки між ними:

```
rho_inv = 0.25;
xi_i = 0.75;
xi = 0.75;
b_habit = 0.6;
omega = 0.00003;
v = 0.35;
tau = 0.8;
gamph = 0.5;
gampf = 0.5;
```

```
chi = 0.5; //phi = 0.2841695;  
phi = 0.67;  
rhor = 0.7;  
rhoi = 1.5;  
rhoy = 0.5;  
rhomu = 0.5;  
rhos = 2.0;  
rhosf = 0.1;  
alpha = 0.4;  
psi = 0.05;  
rhoa = 0.5;  
rhob = 0.5;  
rhoe = 0.5;  
rhox = 0.5;  
rhoystar = 0.5;  
rhopfstar = 0.5;  
rhopremf = 0.5;  
rhoRstar = 0.5;  
rhoeR = 0.5;  
rhotr = 0.5;  
rhogov = 0.5;  
nu = 0.979;  
delt = 0.0144;  
eta = 1.315;  
thet = 5;  
mu_n = thet/(thet-1);  
hss = 0.33;  
yss = 1.1966;  
kss = 6.647173;  
iss = delt * kss;  
govss = 0.203452;  
c_h_star_ss = 0.503544;
```

```

cess = 0.01;
c_h_ss = yss-iss-c_h_star_ss-govss-cess;
q7 = 0.098647;
bnss = q7*yss;
tr_y = 0.015712;
trss = tr_y*yss;
x_h_ss = 0.50;
x_f_ss = 0.5;
c_f_ss = 0.45172;
nxss = x_h_ss*c_h_star_ss - x_f_ss*c_f_ss;
css = 0.53993;
noverk = 0.727186;
nss = noverk*kss;
s_p_ss = 7.8965;
ass = 1;
bss = 0.05;
piss = 1.029;
rns = 1.033;
beta = piss/rns;
rss = 1/beta;
fss = (rns+0.015)/piss;
xiss = (thet-1)/thet;
gam = 0.14;
q1 = 1/(1+bss^(1/gam)*(bss^(1/gam)*rns/(rns-1))^(gam-1));
q2 = q1*(bss^(1/gam)*rns/(rns-1))^gam;
rks = (fss - 1 + delt)/x_h_ss;
aaa = 0.9;
bx = aaa*(1-delt)/fss;
rhous = bx*fss/(1-delt);
v_n = (1-delt)/(alpha/(mu_n*kss/yss)+1-delt);
x_n = (1-nu*fss)*(nss/yss)/nu;
chi_n = 1/(nss/kss+x_n/(kss/yss*fss));

```


У наступному блоці задаємо систему лог-лінеаризованих рівнянь:

model(linear);

yss*y_h = c_h_ss*c_h+c_h_star_ss*c_h_star+iss*ina(-1) + govss*gov
+ cess*ce;

((1-beta*b_habit)*(1-b_habit))*lam = b_habit*c(-1) - (1+beta*b_habit^2)*c + (beta*b_habit)*c(+1) + (1-b_habit)*(e - beta*b_habit*e(+1));

R/(rss-1) = -lam-m+e+b;

hss/(1-hss)*h = w+lam+x_h-e;

c_h = c-x_h;

c_f = c-x_f;

c = xi*c_h+(1-xi)*c_f;

pi = xi*pi_h+(1-xi)*pi_f;

in = xi_i*inv_h+(1-xi_i)*inv_f;

pi_i = xi_i*pi_h+(1-xi_i)*pi_f;

inv_h = inv_f - rho_inv * pi_h + rho_inv * pi_f;

x_f - x_f(-1) = pi_f - pi;

R-pi(+1) = premf + R_star+s_p(+1)-s_p;

dev - pi = s_p-s_p(-1);

c_h_star = v*(-tau*x_h_star+y_star)+(1-v)*c_h_star(-1);

x_h_star = x_h-s_p;

bnss*bn + ((x_h_ss*c_h_star_ss)*(x_h+c_h_star)-((x_f_ss*c_f_ss))*(x_f+imp_f)) + (trss*s_p_ss)*(tr+s_p) = bnss*(rss)*(bn(-1)+R_star(-1)+premf(-1)+dev-pi);

premf = omega*bn+epremf;

epremf = 0.4*epremf(-1) + e_premf;

y = y_h+ap_h;

ap_h = (1-phi)*(-thet)*x_hopt+ phi*(ap_h(-1)-thet*(-pi_h+gamph*pi_h(-1)));

pi_h = (1-phi)*(x_hopt+pi_h)+phi*(gamph*pi_h(-1));

y = alpha*k(-1)+(1-alpha)*h+A;//(1-alpha)*A;

w = y + mc_h - h;

$$rk = y + mc_h - k(-1);$$

$$\mu = m - m(-1) + pi;$$

$$R = rhor * R(-1) + (1-rhor) * (rho_{pi} * pi(+1) + rho_{\mu} * \mu + rho_y * y + rho_s * s_p + rho_{sf} * sf(-1)) - eR;$$

$$f = (1-v_n) * (rk + x_h) + v_n * q - q(-1);$$

$$q(+1) = chi * ina - chi * k + chi * x(+1) + (pi_i(+1) - pi(+1));$$

$$pi_h = (beta / (1 + beta * gamph)) * pi_h(+1) + (gamph / (1 + beta * gamph)) * pi_h(-1) + (((1 - beta * phi) * (1 - phi)) / (phi * (1 + beta * gamph))) * (mc_h);$$

$$pi_f = (beta / (1 + beta * gampf)) * pi_f(+1) + (gampf / (1 + beta * gampf)) * pi_f(-1) + (((1 - beta * phi) * (1 - phi)) / (phi * (1 + beta * gampf))) * (mc_f);$$

$$mc_f = s_p - x_f + p_f_star;$$

$$pi_f = (1 - phi) * (x_fopt + pi_f) + phi * (gampf * pi_f(-1));$$

$$ap_f = (1 - phi) * (-thet) * x_fopt + phi * (ap_f(-1) - thet * (-pi_f + gampf * pi_f(-1)));$$

$$lam(+1) = lam - R + pi(+1);$$

$$k = delt * in + delt * x + (1 - delt) * k(-1);$$

$$f(+1) = R - pi(+1) + psi * (q + k - n);$$

$$ce = (kss/nss) * f - (kss/nss) * (1 - 1/(kss/nss)) * (R(-1) - pi) - (kss/nss) * (1 - 1/(kss/nss)) * psi * k(-1) - (kss/nss) * (1 - 1/(kss/nss)) * psi * q(-1) - (kss/nss) * (1 + (1 - 1/(kss/nss)) * (psi - (1 - bx))) * u(-1) + (kss/nss) * v * u + (kss/nss) * ((1 - 1/(kss/nss)) * psi + 1/(kss/nss)) * n(-1);$$

$$n = chi_n * f - chi_n * (1 - nss/kss) * (R(-1) - pi) - chi_n * (1 - nss/kss) * psi * k(-1) - chi_n * (1 - nss/kss) * psi * q(-1) - chi_n * (1 + (1 - nss/kss) * (psi - (1 - bx))) * u(-1) + chi_n * v_n * u + chi_n * ((1 - nss/kss) * psi + nss/kss) * n(-1); // + chi_n * (1 - nu * fss) * (nss/kss) / nu * y_h;$$

$$imp_f = ap_f + c_f;$$

$$-nx = (x_h_ss * c_h_star_ss / nxss) * (x_h + c_h_star) - ((x_f_ss * c_f_ss) / nxss) * (x_f + imp_f);$$

$$sf = q + u;$$

$$u = rhou * u(-1) + e_u;$$

$$in = ina(-1);$$

$$A = rhoa * A(-1) + e_A;$$

```

b = rhob*b(-1) + e_b;
e = rhoe*e(-1) + e_e;
x = rhox*x(-1) + e_x;
eR = e_eR;
p_f_star = rhopfstar*p_f_star(-1)+e_pfstar;
R_star = 0;
y_star = rhoystar*y_star(-1)+e_ystar;
tr = rhoctr*tr(-1) + e_tr;
gov = rhogov*gov(-1) + e_gov;
end;

```

Задаємо стандартні відхилення шоків:

```

shocks;
var e_A; stderr 0.096;
var e_eR; stderr 0.05;
var e_b; stderr 0.05;
var e_e; stderr 0.05;
var e_x; stderr 0.05;
var e_pfstar; stderr 0.05;
var e_premf; stderr 0.05;
var e_ystar; stderr 0.05;
var e_tr; stderr 0.05;
var e_u; stderr 0.05;
var e_gov; stderr 0.05;
end;

```

Розв'язок моделі у стаціонарному стані (всі значення змінних у лог-лінеаризованій моделі в стаціонарному стані дорівнюють нулю) та визначення стабільності системи:

```

steady;
check;

```

Задання апостеріорних розподілів:

```
estimated_params;  
chi, gamma_pdf, 0.5, 0.2;  
phi, beta_pdf, 0.67, 0.3;  
alpha, beta_pdf, 0.4, 0.1;  
rhor, normal_pdf, 0.9, 0.3;  
rhoi, normal_pdf, 1.5, 0.5;  
rho_y, normal_pdf, 0.5, 0.2;  
rho_mu, normal_pdf, 0.5, 0.2;  
rho_s, normal_pdf, 2.0, 0.2;  
rho_sf, normal_pdf, 0.1, 0.05;  
rho_a, beta_pdf, 0.5, 0.25;  
rho_b, beta_pdf, 0.5, 0.25;  
rho_e, beta_pdf, 0.5, 0.25;  
rho_x, beta_pdf, 0.5, 0.25;  
rho_star, beta_pdf, 0.5, 0.25;  
rho_pfstar, beta_pdf, 0.5, 0.25;  
rho_tr, beta_pdf, 0.5, 0.25;  
stderr_e_A, inv_gamma_pdf, 0.6, inf;  
stderr_e_b, inv_gamma_pdf, 0.6, inf;  
stderr_e_e, inv_gamma_pdf, 0.6, inf;  
stderr_e_x, inv_gamma_pdf, 0.6, inf;  
stderr_e_ystar, inv_gamma_pdf, 0.6, inf;  
stderr_e_pfstar, inv_gamma_pdf, 0.6, inf;  
stderr_e_tr, inv_gamma_pdf, 0.6, inf;  
stderr_e_premf, inv_gamma_pdf, 0.6, inf;  
stderr_e_eR, inv_gamma_pdf, 0.6, inf;  
end;
```

Дані:

```
varobs c in m R pi;
```

Оцінка моделі:

```
estimation(datafile=fah_bubb_final, mh_replic=20000, mh_jscale=0.34,  
mh_nblocks=2, mode_check, mode_compute=4);
```

Побудова функцій відгуку:

```
stoch_simul(order=1, irf=0) y c c_h c_f c_h_star nx ce gov in inv_h inv_f  
pi pi_h pi_f m n A k q h w f R premf s_p bn tr y_star u sf;
```

Три типи оптимізації:

```
optim_weights;
```

```
pi 2;
```

```
y 1;
```

```
end;
```

```
osr_params rhosf;
```

```
rhosf = 0.0715323014286483;
```

```
osr;
```

```
optim_weights;
```

```
pi 2;
```

```
y 1;
```

```
end;
```

```
osr_params rhosf rhopi rhoy rhomu rhos;
```

```
rhopi = 2.18013831228491;
```

```
rhoy = 0.220675250212478;
```

```
rhomu = 1.55690252740184;
```

```
rhos = 1.07097828605644;
```

```
rhosf = 0.0715323014286483;
```

```
osr;
```

```
optim_weights;  
pi 2;  
y 1;  
end;  
osr_params rhosf rhor rhopi rhoy rhomu rhos;  
rhor = -0.0718929146843366;  
rhopi = 2.18013831228491;  
rhoy = 0.220675250212478;  
rhomu = 1.55690252740184;  
rhos = 1.07097828605644;  
rhosf = 0.0715323014286483;  
osr;
```

Програмний код у пакеті GAUSS для моделювання утворення – лопання фондової бульбашки

Відкриття нового вікна програми:

```
new;  
closeall;  
prcsn 64;  
output file = D:\gauss\Art_4\mymodel.out reset;
```

Задання параметрів, значень змінних у стаціонарному стані та взаємозв'язків між ними:

```
pai = 0.75;  
p = 4;  
rho_inv = 0.25;  
xi_i = 0.75;  
xi = 0.75;  
b_habit = 0.6;  
omega = 0.00003;  
v = 0.35;  
tau = 0.8;  
gamph = 0.5;  
gampf = 0.5;  
chi = 0.535708671109187;  
phi = 0.743400801585671;  
rhor = 0.9;@-0.0718929146843366;  
rhopi = 1.1;@2.18013831228491;  
rhoy = 0;@0.220675250212478;  
rhomu = 1.55690252740184;  
rhos = 0;@1.07097828605644;  
rhosf = 0.0;@0.0715323014286483;  
alpha = 0.246182656172724;
```

```

psi = 0.05;
rhoa = 0.0290946317497401;
rhob = 0.330461466827609;
rhoe = 0.8622431677009;
rhox = 0.567562263162935;
rhoystar = 0.238945194569691;
rhopfstar = 0.309519257935466;
rhopremf = 0.5;
rhoeR = 0.5;
rhoctr = 0.383977640550506;
rhogov = 0.5;
nu = 0.979;
delt = 0.0144;
eta = 1.315;
thet = 5;
mu_n = thet/(thet-1);
hss = 0.33;
yss = 1.1966;
kss = 6.647173;
iss = delt * kss;
govss = 0.203452;
c_h_star_ss = 0.503544;
cess = 0.01;
c_h_ss = yss-iss-c_h_star_ss-govss-cess;
q7 = 0.098647;
bnss = q7*yss;
tr_y = 0.015712;
trss = tr_y*yss;
x_h_ss = 0.50;
x_f_ss = 0.5;
c_f_ss = 0.45172;

```



```

nxss = x_h_ss*c_h_star_ss - x_f_ss*c_f_ss;
css = 0.53993;
noverk = 0.727186;
nss = noverk*kss;
s_p_ss = 7.8965;
ass = 1;
bss = 0.05;
piss = 1.029;
rns = 1.033;
beta = piss/rns;
rss = 1/beta;
fss = (rns+0.015)/piss;
xiss = (thet-1)/thet;
gam = 0.14;
rks = (fss - 1 + delt)/x_h_ss;
aaa = 0.9;
bx = aaa*(1-delt)/fss;
rhous = bx*fss/(1-delt);
v_n = (1-delt)/(alpha/(mu_n*kss/yss)+1-delt);
x_n = (1-nu*fss)*(nss/yss)/nu;
chi_n = 1/(nss/kss+x_n/(kss/yss*fss));

```

Кількість лагів та лідів у системі рівнянь:

```

nlead = 1;
nlag = 1;
"nlag";,nlag;

```

Початкове позначення змінних:

@Coefficient indicators@

```

xnames="y"~"y_h"~"y_star"~"c"~"ce"~"c_h"~"c_f"~"c_h_star"~"gov
"~"in"~"inv_h"~"inv_f"~"ina"~"lam"~"f"~"R"~"pi"~"pi_h"~"pi_f"~"p
i_i"~"k"~"q"~"u"~"n"~"h"~"A"~"w"~"dev"~"bn"~"b"~"m"~"e"~"mc_

```

```
h"~"rk"~"mu"~"eR"~"x"~"x_h"~"x_fopt"~"tr"~"imp_f"~"x_h_star"~"
x_f"~"s_p"~"ap_f"~"ap_h"~"x_hopt"~"nx"~"mc_f"~"p_f_star"~"premf
"~"empremf"~"sf"~"e_e"~"e_b"~"e_A"~"e_eR"~"e_x"~"e_pfstar"~"e_
premf"~"e_ystar"~"e_tr"~"e_u"~"e_gov"~"pl_h"~"pl_f";
```

```
xnum = cols(xnames); @Number of variables in the system@
```

```
neq = xnum;
```

```
"neq";,neq;
```

Задання номерів рядків змінних у загальній матриці змінних:

```
ii = 0;
```

```
y_pos=ii+1;
```

```
y_h_pos=ii+2;
```

```
y_star_pos=ii+3;
```

```
c_pos=ii+4;
```

```
ce_pos=ii+5;
```

```
c_h_pos=ii+6;
```

```
c_f_pos=ii+7;
```

```
c_h_star_pos=ii+8;
```

```
gov_pos=ii+9;
```

```
in_pos=ii+10;
```

```
inv_h_pos=ii+11;
```

```
inv_f_pos=ii+12;
```

```
ina_pos=ii+13;
```

```
lam_pos=ii+14;
```

```
f_pos=ii+15;
```

```
R_pos=ii+16;
```

```
pi_pos=ii+17;
```

```
pi_h_pos=ii+18;
```

```
pi_f_pos=ii+19;
```

```
pi_i_pos=ii+20;
```

```
k_pos=ii+21;
q_pos=ii+22;
u_pos=ii+23;
n_pos=ii+24;
h_pos=ii+25;
A_pos=ii+26;
w_pos=ii+27;
dev_pos=ii+28;
bn_pos=ii+29;
b_pos=ii+30;
m_pos=ii+31;
e_pos=ii+32;
mc_h_pos=ii+33;
rk_pos=ii+34;
mu_pos=ii+35;
eR_pos=ii+36;
x_pos=ii+37;
x_h_pos=ii+38;
x_fopt_pos=ii+39;
tr_pos=ii+40;
imp_f_pos=ii+41;
x_h_star_pos=ii+42;
x_f_pos=ii+43;
s_p_pos=ii+44;
ap_f_pos=ii+45;
ap_h_pos=ii+46;
x_hopt_pos=ii+47;
nx_pos=ii+48;
mc_f_pos=ii+49;
p_f_star_pos=ii+50;
premf_pos=ii+51;
```

```

epremf_pos=ii+52;
sf_pos=ii+53;
e_e_pos=ii+54;
e_b_pos=ii+55;
e_A_pos=ii+56;
e_eR_pos=ii+57;
e_x_pos=ii+58;
e_pfstar_pos=ii+59;
e_premf_pos=ii+60;
e_ystar_pos=ii+61;
e_tr_pos=ii+62;
e_u_pos=ii+63;
e_gov_pos=ii+64;
pl_h_pos=ii+65;
pl_f_pos=ii+66;
sigmae=0.019713074^(1/2);
sigmab=1237.30201^(1/2);
sigmaA=0.091293153^(1/2);
sigmaR=0.036143285^(1/2);
sigmax=0.07394891^(1/2);
sigmapfstar=0.069766595^(1/2);
sigmapremf=0.03636613^(1/2);
sigmaystar=0.056459727^(1/2);
sigmatr=0.069365296^(1/2);
sigmau=0.0025^(1/2);
sigmagov=0.0025^(1/2);

```

Задання вектора шоків:

```

shockvec=(e_e_pos|e_b_pos|e_A_pos|e_eR_pos|e_x_pos|e_pfstar_
pos|e_premf_pos|e_ystar_pos|e_tr_pos|e_u_pos|e_gov_pos); @Identify
position of shock variables@

```

```
shockvar=eye(11).*(sigmae|sigmab|sigmaA|sigmaR|sigmax|sigmapfstar|sigmapremf|sigmaystar|sigmatr|sigmau|sigmagov); @Var/Cov matrix for shocks@
```

```
"shockvar";;shockvar;  
colzero=0+nlag*xnum;
```

```
collead=0+nlag*xnum+xnum;  
collag = 0;
```

Оновлення номерів рядків змінних у загальній матриці:

@ Indicators for contemporaneous coefficients @

```
y_zero=colzero+y_pos;  
y_h_zero=colzero+y_h_pos;  
y_star_zero=colzero+y_star_pos;  
c_zero=colzero+c_pos;  
ce_zero=colzero+ce_pos;  
c_h_zero=colzero+c_h_pos;  
c_f_zero=colzero+c_f_pos;  
c_h_star_zero=colzero+c_h_star_pos;  
gov_zero=colzero+gov_pos;  
in_zero=colzero+in_pos;  
inv_h_zero=colzero+inv_h_pos;  
inv_f_zero=colzero+inv_f_pos;  
ina_zero=colzero+ina_pos;  
lam_zero=colzero+lam_pos;  
f_zero=colzero+f_pos;  
R_zero=colzero+R_pos;  
pi_zero=colzero+pi_pos;  
pi_h_zero=colzero+pi_h_pos;  
pi_f_zero=colzero+pi_f_pos;  
pi_i_zero=colzero+pi_i_pos;  
k_zero=colzero+k_pos;
```

```

q_zero=colzero+q_pos;
u_zero=colzero+u_pos;
n_zero=colzero+n_pos;
h_zero=colzero+h_pos;
A_zero=colzero+A_pos;
w_zero=colzero+w_pos;
dev_zero=colzero+dev_pos;
bn_zero=colzero+bn_pos;
b_zero=colzero+b_pos;
m_zero=colzero+m_pos;
e_zero=colzero+e_pos;
mc_h_zero=colzero+mc_h_pos;
rk_zero=colzero+rk_pos;
mu_zero=colzero+mu_pos;
eR_zero=colzero+eR_pos;
x_zero=colzero+x_pos;
x_h_zero=colzero+x_h_pos;
x_fopt_zero=colzero+x_fopt_pos;
tr_zero=colzero+tr_pos;
imp_f_zero=colzero+imp_f_pos;
x_h_star_zero=colzero+x_h_star_pos;
x_f_zero=colzero+x_f_pos;
s_p_zero=colzero+s_p_pos;
ap_f_zero=colzero+ap_f_pos;
ap_h_zero=colzero+ap_h_pos;
x_hopt_zero=colzero+x_hopt_pos;
nx_zero=colzero+nx_pos;
mc_f_zero=colzero+mc_f_pos;
p_f_star_zero=colzero+p_f_star_pos;
premf_zero=colzero+premf_pos;
epremf_zero=colzero+epremf_pos;

```

```

sf_zero=colzero+sf_pos;
e_e_zero=colzero+e_e_pos;
e_b_zero=colzero+e_b_pos;
e_A_zero=colzero+e_A_pos;
e_eR_zero=colzero+e_eR_pos;
e_x_zero=colzero+e_x_pos;
e_pfstar_zero=colzero+e_pfstar_pos;
e_premf_zero=colzero+e_premf_pos;
e_ystar_zero=colzero+e_ystar_pos;
e_tr_zero=colzero+e_tr_pos;
e_u_zero=colzero+e_u_pos;
e_gov_zero=colzero+e_gov_pos;
pl_h_zero=colzero+pl_h_pos;
pl_f_zero=colzero+pl_f_pos;

```

```

y_lead=collead+y_pos;
y_h_lead=collead+y_h_pos;
y_star_lead=collead+y_star_pos;
c_lead=collead+c_pos;
ce_lead=collead+ce_pos;
c_h_lead=collead+c_h_pos;
c_f_lead=collead+c_f_pos;
c_h_star_lead=collead+c_h_star_pos;
gov_lead=collead+gov_pos;
in_lead=collead+in_pos;
inv_h_lead=collead+inv_h_pos;
inv_f_lead=collead+inv_f_pos;
ina_lead=collead+ina_pos;
lam_lead=collead+lam_pos;
f_lead=collead+f_pos;
R_lead=collead+R_pos;

```

pi_lead=collead+pi_pos;
pi_h_lead=collead+pi_h_pos;
pi_f_lead=collead+pi_f_pos;
pi_i_lead=collead+pi_i_pos;
k_lead=collead+k_pos;
q_lead=collead+q_pos;
u_lead=collead+u_pos;
n_lead=collead+n_pos;
h_lead=collead+h_pos;
A_lead=collead+A_pos;
w_lead=collead+w_pos;
dev_lead=collead+dev_pos;
bn_lead=collead+bn_pos;
b_lead=collead+b_pos;
m_lead=collead+m_pos;
e_lead=collead+e_pos;
mc_h_lead=collead+mc_h_pos;
rk_lead=collead+rk_pos;
mu_lead=collead+mu_pos;
eR_lead=collead+eR_pos;
x_lead=collead+x_pos;
x_h_lead=collead+x_h_pos;
x_fopt_lead=collead+x_fopt_pos;
tr_lead=collead+tr_pos;
imp_f_lead=collead+imp_f_pos;
x_h_star_lead=collead+x_h_star_pos;
x_f_lead=collead+x_f_pos;
s_p_lead=collead+s_p_pos;
ap_f_lead=collead+ap_f_pos;
ap_h_lead=collead+ap_h_pos;
x_hopt_lead=collead+x_hopt_pos;


```

nx_lead=collead+nx_pos;
mc_f_lead=collead+mc_f_pos;
p_f_star_lead=collead+p_f_star_pos;
premf_lead=collead+premf_pos;
epremf_lead=collead+epremf_pos;
sf_lead=collead+sf_pos;
e_e_lead=collead+e_e_pos;
e_b_lead=collead+e_b_pos;
e_A_lead=collead+e_A_pos;
e_eR_lead=collead+e_eR_pos;
e_x_lead=collead+e_x_pos;
e_pfstar_lead=collead+e_pfstar_pos;
e_premf_lead=collead+e_premf_pos;
e_ystar_lead=collead+e_ystar_pos;
e_tr_lead=collead+e_tr_pos;
e_u_lead=collead+e_u_pos;
e_gov_lead=collead+e_gov_pos;
pl_h_lead=collead+pl_h_pos;
pl_f_lead=collead+pl_f_pos;

y_lag=collag+y_pos;
y_h_lag=collag+y_h_pos;
y_star_lag=collag+y_star_pos;
c_lag=collag+c_pos;
ce_lag=collag+ce_pos;
c_h_lag=collag+c_h_pos;
c_f_lag=collag+c_f_pos;
c_h_star_lag=collag+c_h_star_pos;
gov_lag=collag+gov_pos;
in_lag=collag+in_pos;
inv_h_lag=collag+inv_h_pos;

```

$\text{inv_f_lag} = \text{collag} + \text{inv_f_pos};$
 $\text{ina_lag} = \text{collag} + \text{ina_pos};$
 $\text{lam_lag} = \text{collag} + \text{lam_pos};$
 $\text{f_lag} = \text{collag} + \text{f_pos};$
 $\text{R_lag} = \text{collag} + \text{R_pos};$
 $\text{pi_lag} = \text{collag} + \text{pi_pos};$
 $\text{pi_h_lag} = \text{collag} + \text{pi_h_pos};$
 $\text{pi_f_lag} = \text{collag} + \text{pi_f_pos};$
 $\text{pi_i_lag} = \text{collag} + \text{pi_i_pos};$
 $\text{k_lag} = \text{collag} + \text{k_pos};$
 $\text{q_lag} = \text{collag} + \text{q_pos};$
 $\text{u_lag} = \text{collag} + \text{u_pos};$
 $\text{n_lag} = \text{collag} + \text{n_pos};$
 $\text{h_lag} = \text{collag} + \text{h_pos};$
 $\text{A_lag} = \text{collag} + \text{A_pos};$
 $\text{w_lag} = \text{collag} + \text{w_pos};$
 $\text{dev_lag} = \text{collag} + \text{dev_pos};$
 $\text{bn_lag} = \text{collag} + \text{bn_pos};$
 $\text{b_lag} = \text{collag} + \text{b_pos};$
 $\text{m_lag} = \text{collag} + \text{m_pos};$
 $\text{e_lag} = \text{collag} + \text{e_pos};$
 $\text{mc_h_lag} = \text{collag} + \text{mc_h_pos};$
 $\text{rk_lag} = \text{collag} + \text{rk_pos};$
 $\text{mu_lag} = \text{collag} + \text{mu_pos};$
 $\text{eR_lag} = \text{collag} + \text{eR_pos};$
 $\text{x_lag} = \text{collag} + \text{x_pos};$
 $\text{x_h_lag} = \text{collag} + \text{x_h_pos};$
 $\text{x_fopt_lag} = \text{collag} + \text{x_fopt_pos};$
 $\text{tr_lag} = \text{collag} + \text{tr_pos};$
 $\text{imp_f_lag} = \text{collag} + \text{imp_f_pos};$
 $\text{x_h_star_lag} = \text{collag} + \text{x_h_star_pos};$

```

x_f_lag=collag+x_f_pos;
s_p_lag=collag+s_p_pos;
ap_f_lag=collag+ap_f_pos;
ap_h_lag=collag+ap_h_pos;
x_hopt_lag=collag+x_hopt_pos;
nx_lag=collag+nx_pos;
mc_f_lag=collag+mc_f_pos;
p_f_star_lag=collag+p_f_star_pos;
premf_lag=collag+premf_pos;
epremf_lag=collag+epremf_pos;
sf_lag=collag+sf_pos;
e_e_lag=collag+e_e_pos;
e_b_lag=collag+e_b_pos;
e_A_lag=collag+e_A_pos;
e_eR_lag=collag+e_eR_pos;
e_x_lag=collag+e_x_pos;
e_pfstar_lag=collag+e_pfstar_pos;
e_premf_lag=collag+e_premf_pos;
e_ystar_lag=collag+e_ystar_pos;
e_tr_lag=collag+e_tr_pos;
e_u_lag=collag+e_u_pos;
e_gov_lag=collag+e_gov_pos;
pl_h_lag=collag+pl_h_pos;
pl_f_lag=collag+pl_f_pos;

ncoef=neq*(nlag+nlead+1);
cof=zeros(neq,ncoef);
"ncoef";;ncoef;
"neq";;neq;
cof1=eqq1();
cof2=eqq2();

```

cof3=eqq3();
cof4=eqq4();
cof5=eqq5();
cof6=eqq6();
cof7=eqq7();
cof8=eqq8();
cof9=eqq9();
cof10=eqq10();
cof11=eqq11();
cof12=eqq12();
cof13=eqq13();
cof14=eqq14();
cof15=eqq15();
cof16=eqq16();
cof17=eqq17();
cof18=eqq18();
cof19=eqq19();
cof20=eqq20();
cof21=eqq21();
cof22=eqq22();
cof23=eqq23();
cof24=eqq24();
cof25=eqq25();
cof26=eqq26();
cof27=eqq27();
cof28=eqq28();
cof29=eqq29();
cof30=eqq30();
cof31=eqq31();
cof32=eqq32();
cof33=eqq33();
cof34=eqq34();

cof35=eqq35());
cof36=eqq36());
cof37=eqq37());
cof38=eqq38());
cof39=eqq39());
cof40=eqq40());
cof41=eqq41());
cof42=eqq42());
cof43=eqq43());
cof44=eqq44());
cof45=eqq45());
cof46=eqq46());
cof47=eqq47());
cof48=eqq48());
cof49=eqq49());
cof50=eqq50());
cof51=eqq51());
cof52=eqq52());
cof53=eqq53());
cof54=eqq54());
cof55=eqq55());
cof56=eqq56());
cof57=eqq57());
cof58=eqq58());
cof59=eqq59());
cof60=eqq60());
cof61=eqq61());
cof62=eqq62());
cof63=eqq63());
cof64=eqq64());
cof65=eqq65());
cof66=eqq66());

```

cof=(cof1'|cof2'|cof3'|cof4'|cof5'|cof6'|cof7'|cof8'|cof9'|cof10'|cof11'|
|cof12'|cof13'|cof14'|cof15'|cof16'|cof17'|cof18'|cof19'|cof20'|cof21'|
cof22'|cof23'|cof24'|cof25'|cof26'|cof27'|cof28'|cof29'|cof30'|cof31'|
cof32'|cof33'|cof34'|cof35'|cof36'|cof37'|cof38'|cof39'|cof40'|cof41'|
cof42'|cof43'|cof44'|cof45'|cof46'|cof47'|cof48'|cof49'|cof50'|cof51'|
cof52'|cof53'|cof54'|cof55'|cof56'|cof57'|cof58'|cof59'|cof60'|cof61'|
cof62'|cof63'|cof64'|cof65'|cof66');

```

Виклик алгоритму Андерсона – Мура для розв'язку системи рівнянь:

```
#include D:\gauss\Art_4\g_solve.prg;
```

```
uprbnd = 1+1e-8; @ Tolerance values for AIM program @
```

```
condn = 1e-8;
```

```
{cofb,scof,amat,b,rts,lgroots,ia,nexact,nnumeric,shockvec}=
```

```
aim_run(cof,neq,nlag,nlag,condn,uprbnd,shockvec);
```

Опис рівнянь системи:

```
proc eqq1();
```

```
local xcof;
```

```
xcof = zeros(ncoef,1);
```

```
xcof[y_h_zero] = -yss;
```

```
xcof[c_h_zero] = c_h_ss;
```

```
xcof[c_h_star_zero] = c_h_star_ss;
```

```
xcof[ina_lag] = iss;
```

```
xcof[gov_zero] = govss;
```

```
xcof[ce_zero] = cess;
```

```
retp(xcof);
```

```
endp;
```

```
proc eqq2();
```

```
local xcof;
```

```
xcof = zeros(ncoef,1);
```

```
xcof[lam_zero] = -((1-beta*b_habit)*(1-b_habit));
```

```
xcof[c_lag] = b_habit;
```

```

xcof[c_zero] = -(1+beta*b_habit^2);
xcof[c_lead] = (beta*b_habit);
xcof[e_zero] = (1-b_habit);
xcof[e_lead] = -(1-b_habit)*beta*b_habit;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq3();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[R_zero] = -1/(rss-1);
xcof[lam_zero] = -1;
xcof[m_zero] = -1;
xcof[e_zero] = 1;
xcof[b_zero] = 1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq4();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[h_zero] = -hss/(1-hss);
xcof[w_zero] = 1;
xcof[lam_zero] = 1;
xcof[x_h_zero] = 1;
xcof[e_zero] = -1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq5();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[c_h_zero] = -1;

```

```

xcof[c_zero] = 1;
xcof[x_h_zero] = -1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq6();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[c_f_zero] = -1;
xcof[c_zero] = 1;
xcof[x_f_zero] = -1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq7();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[c_zero] = -1;
xcof[c_h_zero] = xi;
xcof[c_f_zero] = (1-xi);
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq8();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[pi_zero] = -1;
xcof[pi_h_zero] = xi;
xcof[pi_f_zero] = (1-xi);
retp(xcof);
endp;
proc eqq9();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);

```



```

xcof[in_zero] = -1;
xcof[inv_h_zero] = xi_i;
xcof[inv_f_zero] = (1-xi_i);
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq10();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[pi_i_zero] = -1;
xcof[pi_h_zero] = xi_i;
xcof[pi_f_zero] = (1-xi_i);
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq11();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[inv_h_zero] = -1;
xcof[inv_f_zero] = 1;
xcof[pi_h_zero] = -rho_inv;
xcof[pi_f_zero] = rho_inv;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq12();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[x_f_zero] = -1;
xcof[x_f_lag] = 1;
xcof[pi_f_zero] = 1;
xcof[pi_zero] = -1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq13();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[R_zero] = -1;
xcof[pi_lead] = 1;
xcof[premf_zero] = 1;
xcof[s_p_lead] = 1;
xcof[s_p_zero] = -1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq14();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[dev_zero] = -1;
xcof[pi_zero] = 1;
xcof[s_p_zero] = 1;
xcof[s_p_lag] = -1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq15();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[c_h_star_zero] = -1;
xcof[x_h_star_zero] = -v*tau;
xcof[y_star_zero] = v;
xcof[c_h_star_lag] = 1-v;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq16();
local xcof;

```

```

xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[x_h_star_zero] = -1;
xcof[x_h_zero] = 1;
xcof[s_p_zero] = -1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq17();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[bn_zero] = -bnss;
xcof[x_h_zero] = -(x_h_ss*c_h_star_ss);
xcof[c_h_star_zero] = -(x_h_ss*c_h_star_ss);
xcof[x_f_zero] = ((x_f_ss*c_f_ss));
xcof[imp_f_zero] = ((x_f_ss*c_f_ss));
xcof[tr_zero] = -(trss*s_p_ss);
xcof[s_p_zero] = -(trss*s_p_ss);
xcof[bn_lag] = bnss*(rss);
xcof[premf_lag] = bnss*(rss);
xcof[dev_zero] = bnss*(rss);
xcof[pi_zero] = -bnss*(rss);
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq18();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[premf_zero] = -1;
xcof[bn_zero] = omega;
xcof[epremf_zero] = 1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq19();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[epremf_zero] = -1;
xcof[epremf_lag] = 0.4;
xcof[e_premf_zero] = 1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq20();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[y_zero] = -1;
xcof[y_h_zero] = 1;
xcof[ap_h_zero] = 1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq21();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[ap_h_zero] = -1;
xcof[x_hopt_zero] = (1-phi)*(-thet);
xcof[ap_h_lag] = phi;
xcof[pi_h_zero] = phi*(-thet)*(-1);
xcof[pi_h_lag] = phi*(-thet)*gamph;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq22();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);

```

```

xcof[pi_h_zero] = -1;
xcof[x_hopt_zero] = (1-phi);
xcof[pi_h_zero] = (1-phi);
xcof[pi_h_lag] = phi*gamph;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq23();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[y_zero] = -1;
xcof[k_lag] = alpha;
xcof[h_zero] = (1-alpha);
xcof[A_zero] = 1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq24();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[w_zero] = -1;
xcof[y_zero] = 1;
xcof[mc_h_zero] = 1;
xcof[h_zero] = -1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq25();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[rk_zero] = -1;
xcof[y_zero] = 1;

```

```

xcof[mc_h_zero] = 1;
xcof[k_lag] = -1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq26();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[mu_zero] = -1;
xcof[m_zero] = 1;
xcof[m_lag] = -1;
xcof[pi_zero] = 1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq27();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[R_zero] = -1;
xcof[R_lag] = rhor;
xcof[pl_h_zero] = (1-rhor)*rho;
@xcof[mu_zero] = (1-rhor)*rho;
xcof[y_zero] = (1-rhor)*rho;
xcof[s_p_zero] = (1-rhor)*rho;
xcof[u_lag] = (1-rhor)*rho;
xcof[q_lag] = (1-rhor)*rho;
@xcof[sf_lag] = (1-rhor)*rho;
xcof[eR_zero] = -1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq28();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[f_zero] = -1;
xcof[rk_zero] = (1-v_n);
xcof[x_h_zero] = (1-v_n);
xcof[q_zero] = v_n;
xcof[q_lag] = -1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq29();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[q_lead] = -1;
xcof[ina_zero] = chi;
xcof[k_zero] = -chi;
xcof[x_lead] = chi;
xcof[pi_i_lead] = 1;
xcof[pi_lead] = -1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq30();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[pl_h_zero] = -1;
xcof[pl_h_lead] = (beta/(1+beta*gamph));
xcof[pl_h_lag] = (gamph/(1+beta*gamph));
xcof[mc_h_lead] = (((1-beta*phi)*(1-phi))/(phi*(1+beta*gamph)));
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq31();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[pl_f_zero] = -1;
xcof[pl_f_lead] = (beta/(1+beta*gampf));
xcof[pl_f_lag] = (gampf/(1+beta*gampf));
xcof[mc_f_lead] = (((1-beta*phi)*(1-phi))/(phi*(1+beta*gampf)));
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq32();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[mc_f_zero] = -1;
xcof[s_p_zero] = 1;
xcof[x_f_zero] = -1;
xcof[p_f_star_zero] = 1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq33();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[pi_f_zero] = -1;
xcof[x_fopt_zero] = (1-phi);
xcof[pi_f_zero] = (1-phi);
xcof[pi_f_lag] = phi*gampf;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq34();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);

```



```

xcof[ap_f_zero]=-1;
xcof[x_fopt_zero]=(1-phi)*(-thet);
xcof[ap_f_lag]=phi;
xcof[pi_f_zero]=phi*(-thet)*(-1);
xcof[pi_f_lag]=phi*(-thet)*gampf;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq35();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[lam_lead]=-1;
xcof[lam_zero]=1;
xcof[R_zero]=-1;
xcof[pi_lead]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq36();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[k_zero]=-1;
xcof[in_zero]=delt;
xcof[x_zero]=delt;
xcof[k_lag]=(1-delt);
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq37();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[f_lead]=-1;
xcof[R_zero]=1;

```

```

xcof[pi_lead]=-1;
xcof[q_zero]=psi;
xcof[k_zero]=psi;
xcof[n_zero]=-psi;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq38();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[ce_zero]=-1;
xcof[f_zero]=(kss/nss);
xcof[R_lag]=-(kss/nss)*(1-1/(kss/nss));
xcof[pi_zero]=(kss/nss)*(1-1/(kss/nss));
xcof[k_lag]=-(kss/nss)*(1-1/(kss/nss))*psi;
xcof[q_lag]=-(kss/nss)*(1-1/(kss/nss))*psi;
xcof[u_lag]=-(kss/nss)*(1+(1-1/(kss/nss))*(psi-(1-bx)));
xcof[u_zero]=(kss/nss)*v;
xcof[n_lag]=(kss/nss)*((1-1/(kss/nss))*psi+1/(kss/nss));
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq39();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[n_zero]=-1;
xcof[f_zero]=chi_n;
xcof[R_lag]=-chi_n*(1-nss/kss);
xcof[pi_zero]=chi_n*(1-nss/kss);
xcof[k_lag]=-chi_n*(1-nss/kss)*psi;
xcof[q_lag]=-chi_n*(1-nss/kss)*psi;
xcof[u_lag]=-chi_n*(1+(1-nss/kss)*(psi-(1-bx)));
xcof[u_zero]=chi_n*v_n;

```

```

xcof[n_lag]=chi_n*((1-nss/kss)*psi+nss/kss);
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq40();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[imp_f_zero]=-1;
xcof[ap_f_zero]=1;
xcof[c_f_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq41();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[nx_zero]=1;
xcof[x_h_zero]=(x_h_ss*c_h_star_ss/nxss);
xcof[c_h_star_zero]=(x_h_ss*c_h_star_ss/nxss);
xcof[x_f_zero]=-((x_f_ss*c_f_ss)/nxss);
xcof[imp_f_zero]=-((x_f_ss*c_f_ss)/nxss);
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq42();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[sf_zero]=-1;
xcof[q_zero]=1;
xcof[u_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq43();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[u_zero]=-1;
xcof[u_lag]=rhoul;
xcof[e_u_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq44();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[in_zero]=-1;
xcof[ina_lag]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq45();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[A_zero]=-1;
xcof[A_lag]=rhoa;
xcof[e_A_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq46();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[b_zero]=-1;
xcof[b_lag]=rhob;
xcof[e_b_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq47();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[e_zero]=-1;
xcof[e_lag]=rhoe;
xcof[e_e_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq48();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[x_zero]=-1;
xcof[x_lag]=rhox;
xcof[e_x_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq49();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[eR_zero]=-1;
xcof[e_eR_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq50();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[p_f_star_zero]=-1;
xcof[p_f_star_lag]=rho_pfstar;
xcof[e_pfstar_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq51();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[y_star_zero]=-1;
xcof[y_star_lag]=rhoystar;
xcof[e_ystar_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq52();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[tr_zero]=-1;
xcof[tr_lag]=rhotr;
xcof[e_tr_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq53();
local xcof;
xcof = zeros(ncoef,1);
xcof[gov_zero]=-1;
xcof[gov_lag]=rhogov;
xcof[e_gov_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq54();
local xcof;
xcof=zeros(ncoef,1);
xcof[e_u_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```
proc eqq55();  
local xcof;  
xcof=zeros(ncoef,1);  
xcof[e_A_zero]=1;  
retp(xcof);  
endp;
```

```
proc eqq56();  
local xcof;  
xcof=zeros(ncoef,1);  
xcof[e_b_zero]=1;  
retp(xcof);  
endp;
```

```
proc eqq57();  
local xcof;  
xcof=zeros(ncoef,1);  
xcof[e_e_zero]=1;  
retp(xcof);  
endp;
```

```
proc eqq58();  
local xcof;  
xcof=zeros(ncoef,1);  
xcof[e_x_zero]=1;  
retp(xcof);  
endp;
```

```
proc eqq59();  
local xcof;  
xcof=zeros(ncoef,1);  
xcof[e_eR_zero]=1;  
retp(xcof);  
endp;
```

```

proc eqq60();
local xcof;
xcof=zeros(ncoef,1);
xcof[e_pfstar_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq61();
local xcof;
xcof=zeros(ncoef,1);
xcof[e_ystar_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq62();
local xcof;
xcof=zeros(ncoef,1);
xcof[e_tr_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq63();
local xcof;
xcof=zeros(ncoef,1);
xcof[e_gov_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq64();
local xcof;
xcof=zeros(ncoef,1);
xcof[e_premf_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```



```

proc eqq65();
local xcof;
xcof=zeros(ncoef,1);
xcof[pl_h_lag]=-1;
xcof[pi_h_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

```

proc eqq66();
local xcof;
xcof=zeros(ncoef,1);
xcof[pl_f_lag]=-1;
xcof[pi_f_zero]=1;
retp(xcof);
endp;

```

Моделювання фондової бульбашки:

```

@Number of steps in impulse response@
nstep=30;

```

```

@Compute the bubble, just a series in a vector@
bubble=zeros(nstep,1);
bubble[1,1]=0.01;
i=2;
do while i<=2*p;
bubble[i,1]=bubble[i-1,1]*bx*fss/(pai*(1-delt));
i=i+1;
endo;

```

```

bubble[p+1,1]=-0.01;
i=p+2;
do while i<=nstep;
bubble[i,1]=bubble[i-1,1]*bx*fss/(pai*(1-delt));

```

```

i=i+1;
endo;
@Compute the unanticipated change in bubble@
@i.e.  $z(t)=u(t)-E(t-1)u(t)$ @
z=zeros(nstep,1);
z[1,1]=bubble[1,1];
j=2;
do while j<=2*p;
z[j,1]=(1-pai)*fss*bx*bubble[j-1,1]/(pai*(1-delt));
j=j+1;
endo;
z[p+1,1]=-bubble[p,1]*bx*fss/(1-delt)-0.01;
z[2*p+1,1]=bubble[p,1]*bx*fss/(1-delt);
shock=zeros(rows(shockvec),1); @shock vector@
imptech=impf(amat,b,shock,nstep); @call impulse response procedure@
tt=seqa(1,1,nstep); @Date variable for plotting@
zero=zeros(nstep,1);

```

Розрахунок значень змінних при утворенні – лопанні бульбашки:

```

y_shock=imptech[:,y_pos];
pi_shock=4*(imptech[:,pi_pos]);
in_shock=imptech[:,in_pos];
h_shock=imptech[:,h_pos];
c_shock=imptech[:,c_pos];
gov_shock=imptech[:,gov_pos];
c_h_star_shock=imptech[:,c_h_star_pos];
imp_f_shock=imptech[:,imp_f_pos];
s_p_shock=imptech[:,s_p_pos];
f_shock=4*imptech[:,f_pos];
R_shock=4*imptech[:,R_pos];
premf_shock=4*imptech[:,premf_pos];
n_shock=imptech[:,n_pos];

```

```

sf_shock=imptech[:,sf_pos];
q_shock=imptech[:,q_pos];
u_shock=imptech[:,u_pos];

library pgraph;
begwind;
window(4,4,1);
_pdate="";           @no date on top left@
_protate={0};        @longitudinal yes/no@
_ptitlht={0.3};      @size of title@
_paxht={0.4};        @size of x,y axes labels@
_pnumht={0.25};      @size of axes numbers@

```

Формування рисунка:

```

title("OUTPUT") ;
xy(tt,y_shock~zero);
nextwind;
title("INFLATION");
xy(tt,pi_shock~zero);
nextwind;
title("INVESTMENTS");
xy(tt,in_shock~zero);
nextwind;
title("EMPLOYMENT");
xy(tt,h_shock~zero);
nextwind;
title("COMSUMPTION");
xy(tt,c_shock~zero);
nextwind;
title("GOVERNMENT EXPENDITURES");
xy(tt,gov_shock~zero);
nextwind;

```

```

title("EXPORT");
xy(tt,c_h_star_shock~zero);
nextwind;
title("IMPORT");
xy(tt,imp_f_shock~zero);
nextwind;
title("EXCHANGE RATE");
xy(tt,s_p_shock~zero);
nextwind;
title("INTEREST RATE");
xy(tt,f_shock~zero);
nextwind;
title("REAL INTEREST RATE");
xy(tt,R_shock~zero);
nextwind;
title("RISK PREMIUM");
xy(tt,premf_shock~zero);
nextwind;
title("NET WORTH");
xy(tt,n_shock~zero);
nextwind;
title("SPECULATIVE PRICE");
xy(tt,sf_shock~zero);
nextwind;
title("FUNDAMENTAL PRICE");
xy(tt,q_shock~zero);
nextwind;
title("BUBBLE");
xy(tt,u_shock~zero);
nextwind;
endwind;

```

Підпрограма, що розраховує значення змінних кожного періоду:

```
proc impf(a,b,shock,nstep);  
  local y,yvec,i,j;  
  shock[10,1]=z[1,1];  
  y=b*(shockvar*shock);  @ initial value, weighted by sd(shocks) @  
  @ y=b*shock; @  
  yvec=zeros(nstep,cols(a));  
  yvec[1,.]=y';          @ store initial value @  
  j=2;  
  do while j<=2*p+1;  
    shock[10,1]=z[j,1];  
    y=a*y+b*(shockvar*shock);  
    yvec[j,.]=y';  
    j=j+1;  
  endo;  
  i=2*p+2;  
  do while i<=nstep;      @ loop through periods @  
    y=a*y;  
    yvec[i,.]=y';  
    i=i+1;  
  endo;  
  retp(yvec[.,1:neq]);  
endp;  
@ ***** @
```

Додаток Ж

Корисні посилання

№	Сайт	Коментар
1.	http://dge.repec.org	Портал з багатьма посиланнями на тему моделей ДСЗР
2.	http://www.macromodelbase.com	Програмні коди найпопулярніших моделей ДСЗР
3.	http://www.dsge.net	Ком'юніті з макромодельовання
4.	use www.dynare.org (включаючи форум)	Офіційний сайт Dynare, є форум, де обговорюються як питання власне функціоналу Dynare, так і реалізація специфічних моделей
5.	http://www.douglaslaxton.org/id4.html та інші веб-сайти вчених	Програмні коди для деяких моделей
6.	Часто багато корисної інформації може міститись на сайтах центральних банків, наприклад, Федеральної резервної системи США та її федеральних резервних банків, Банку Англії, Європейського центрального банку, Резервного банку Австралії тощо.	
7.	Використовуйте Google для пошуку програмного коду.	
8.	Якщо неможливо знайти програмний код, можна написати імейл автору статті з проханням його надіслати.	

Наукове видання

**ЛУК'ЯНЕНКО Ірина Григорівна
СЕМКО Роман Богданович**

**ДИНАМІЧНІ СТОХАСТИЧНІ МОДЕЛІ
ЗАГАЛЬНОЇ РІВНОВАГИ: ТЕОРІЯ ПОБУДОВИ
ТА ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ
У ФІНАНСОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ**

Монографія

Літературне редагування та коректура *Н. М. Мінько*
Художнє оформлення та верстка *А. В. Шмаркатюк*

Формат 60 x 84 1/16. Гарнітура Times New Roman.
Папір офсетний № 1. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 15,6
Наклад 300 прим.

Адреса редакції:
вул. Г. Сковороди, 2, Київ, 04655,
тел./факс: (044) 463-6974; (044) 417-8461

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів книжкової продукції
серія ДК № 3631 від 23.11.2009 р.

Друк:
ФОП Градова Н. П.
Свідоцтво про реєстрацію В03 № 014354

Л 844 **Лук'яненко І. Г.**
Динамічні стохастичні моделі загальної рівноваги: теорія побудови та практика використання у фінансових дослідженнях : монографія / І. Г. Лук'яненко, Р. Б. Семко. – К. : НаУКМА, 2015. – 248 с.

ISBN 978-966-2410-60-0

Монографію присвячено дослідженню теоретико-методологічних аспектів побудови динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для України та її використанню у фінансових дослідженнях. На відміну від існуючих, запропонована макромодель враховує особливості української економіки і включає додаткові механізми фінансового акселератора та розвитку фондової бульбашки. Це дозволяє комплексно дослідити реакцію економічної системи на дію зовнішніх та внутрішніх дестабілізуючих факторів, визначити оптимальні монетарні правила та своєчасно скоригувати заходи монетарної політики держави для досягнення фінансової і макроекономічної стабільності, а також визначити стратегічні напрями економічної політики держави в умовах фінансової нестабільності.

Детально описано інструментарій оцінювання та калібрування параметрів розробленої динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги, що ґрунтується на методах байєсівської економетрики та дозволяє враховувати додаткову інформацію, яка характеризує економічну систему; наведено програмні коди реалізації окремих модулів моделі.

Монографію розраховано на студентів економічних спеціальностей, аспірантів, викладачів, державних службовців, фахівців та всіх, хто прагне оволодіти теорією побудови динамічних стохастичних моделей загальної рівноваги й ознайомитися з можливостями їх практичного застосування у фінансово-економічних дослідженнях.

ISBN 978-966-2410-60-0

УДК 330.4:519.86